

$$E=mc^2$$

भौतिक विज्ञानातील
शोधांच्या

मनोरंजक गोष्टी

थनू पद्मनाभन

रचयिता

नंदू फडके

मुख्य चित्रकार

कीथ फ्रॅन्सिस

पुनर्चित्रकार

अविनाश देशपांडे



भौतिक विज्ञानातील शोधांच्या मनोरंजक गोष्टी

बघू या तर आता हे पुढे काय करतावा!

लेखक-टी. पद्मनाभन
स्पांतर-मुंदू फडके
मूळ चित्रांकन-डॉ. अ. निमस
पुनर्वर्तमान-अविनाश देशपांडे

फार फार पूर्वी, सुमारे इसवी सन पूर्व १०,००० वर्षे, इतक्या पूर्वीही गृहविज्ञान होतेच...

अरे वा! फारच स्वादिष्ट!

तुला वाटतं, तो जिवंत राहील?

... आणि काळानुरूप तंत्रज्ञानसुद्धा.

गप्प राहा, त्याला भुतेखेने मरत करतात!

अतिप्राचीन मानवी वसाहतींनी बरेच तांत्रिक विषय हाताळले होते.

परशिया, सिंध, अरेबिया, भारत

परंतु भौतिक विज्ञान काही नियमांच्या आधारे निसर्गाचा अर्थ लावण्याची वैज्ञानिक पद्धत - बहुधा ग्रीकांच्या काळापर्यंत अस्तित्वात आली नसावी.

ग्रीसमध्ये अनेक विचारवंत आणि बुद्धिमान लोक होऊन गेले. जसे पायथॅगोरस (५८२ - ४९७ ख्रिस्तपूर्व)

शेवटी मला ते सापडलेच बघा!

... ज्याने तार छेदून निघणाऱ्या सुरांबर प्रयोग केले. जेव्हा अ व ब यांचे गुणोत्तर साधे २, ३ किंवा १, २ असायचे तेव्हा सूर श्रवणीय असायचे.

जरा जास्त चमत्कारिक गुणोत्तर घेतले की... कानाला त्रास व्हायचा.

देवाशपस! पायथो नक्की ४९९:४२० पर इच्छी करीत असणार

हे पायथॅगोरियन चमत्कारिकच आहेत.

पायथॅगोरसचा एक समकालीन, झेनो याने तर गती अशाक्य असल्याचे जवळपास सिद्ध केले (झेनोचा विरोधाभास).

बघा तर; समजा की अचिलस व कासव यांची शर्यत लागली आहे. व कासवाला १० क्युबिट पुढे चाल दिली आहे. अचिलस ते अंतर पार करेपर्यंत कासव थोडे पुढे गेले असेल. जेव्हा अचिलस तेही पार करील, तेव्हा कासव आणखी थोडे पुढे... म्हणजेच अचिलस कासवाला कधीच गाढू शकणार नाही.

हे फारच क्लिष्ट झाले.

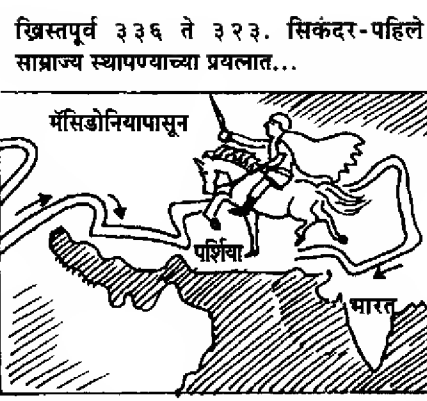
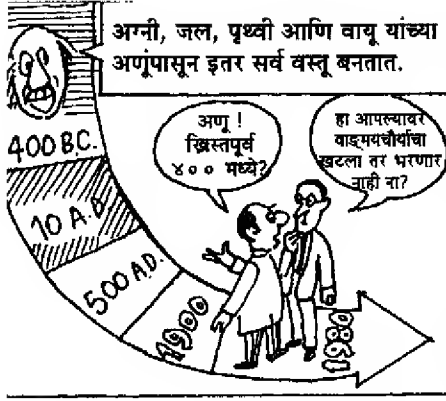
पण ते पुढे जाते हे तर खरे ना!

बहुधा तू तुझ्या काळाच्या पुढे आहेस.

डेमोक्रेटस् (~४०० ख्रिस्तपूर्व) याने झेनोचे हे कोडे सोडवायचा प्रयत्न केला. वस्तूचे अनंत भाग करता येत नाहीत, असे प्रतिपादन करून.

सर्व वस्तू अणूंच्या बनलेल्या असतात.

ख्रिस्तपूर्व सुमारे ४००.



त्याच सुमारास
सिकंदरचा
गुरू
अॅरिस्टॉटल
(ख्रिस्तपूर्व
३८४ -
३२२)
ज्ञानाचे साम्राज्य
उभारत होता.

त्याने अथेन्समधील लायसेयम येथे अनेक विषयांवर व्याख्याने दिली. जसे, तर्कशास्त्र, जीवशास्त्र व भौतिकशास्त्र (फिजिक्स).*



दुर्दैवाने त्याच्या फिजिक्सबद्दलच्या बऱ्याच कल्पना चुकीच्या होत्या.



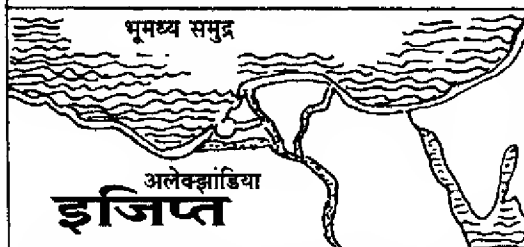
पृथ्वी हा मध्यबिंदू, पाणी, हवा, अग्नी व ईश्वर त्यांच्यावर आहेत. कारण प्रत्येक वस्तू...



त्याचा असाही समज होता की, जड वस्तू हलक्या वस्तूपेक्षा वेगाने खाली पडतात.



सिकंदरच्या मृत्यूनंतर त्याच्या सेनापतींनी त्याचे राज्य वाटून घेतले. इजिप्तचे राज्य टॉलेमीकडे आले.

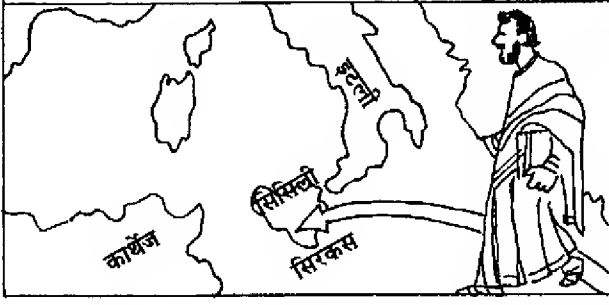


त्याची राजधानी अलेक्झांड्रिया हे आता बौद्धिक घटनांचे केंद्र झाले. अलेक्झांड्रियाने युक्लिड (ख्रिस्तपूर्व ३००) सारख्यांना उत्तेजन दिले.

त्यांच्यातूनच झाला प्राचीन काळाचा महान वैज्ञानिक...



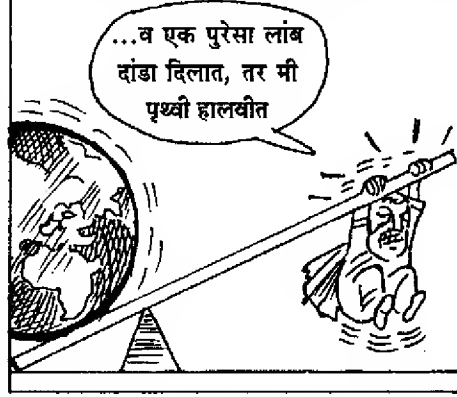
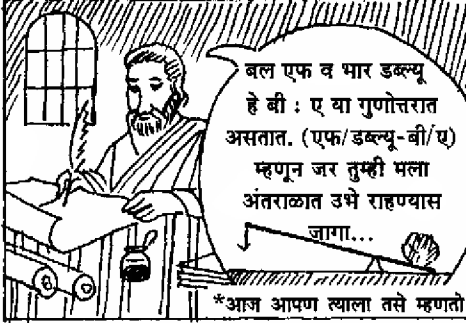
अलेक्झांड्रियामध्ये शिक्षण पूर्ण केल्यावर आर्किमिडीज त्याच्या मुळ स्थानी सिरॅकसला परतला व हायरॉनच्या पदरी शाही इतमामात राहिला.



त्याचा 'तरंगणाऱ्या वस्तू'. *या विषयीचा नियम व युरेकाची कहाणी सर्व परिचित आहेच.



त्यानेच सर्वप्रथम प्रतलांचे संतुलन* या आपल्या पुस्तकात स्थिरतेचे (स्टॅटिक्स) तत्त्व विकसित केले.



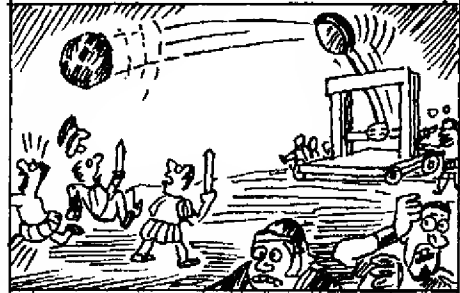
हॅड! हे फारच झालं! आधी एखादं जहाज हलवून दाखवा बरं!

लोककथेनुसार आर्किमिडीजने खारोखरचा कप्पी आणि तरफेच्या साहाय्याने जहाज किनाऱ्यावर ओढून आणले होते.

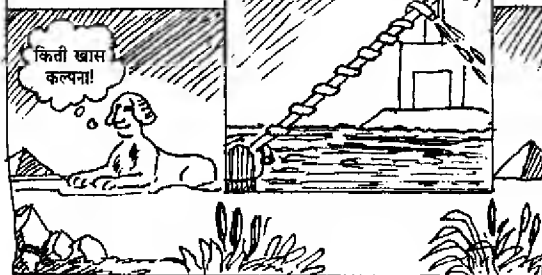


हायरॉननंतर त्याचा मुलगा हायरॉनिमस राजा झाला. ख्रिस्तपूर्व २१८ मधील दुसऱ्या प्युनिक युद्धात, हानिबलच्या नेतृत्वाखालील कार्येजच्या सैनिकांचा विजय पाहून, त्याने आपला रोमबरोबरचा करार मोडला व तो कार्येजला जाऊन मिळाला. त्यामुळे रोमनांनी सिरॅकसला वेढा घातला.

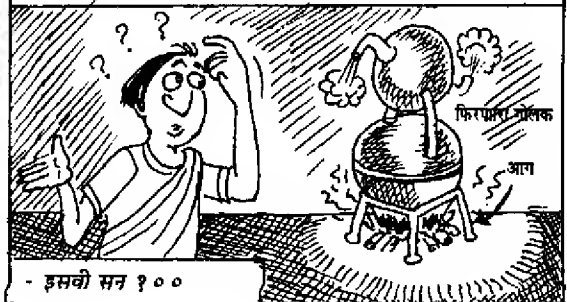
असे म्हणतात की आर्किमिडीजने बनविलेल्या युद्धयंत्रांनी रोमच्या जनरल मार्सेलसच्या सैन्याला दोन वर्षांपर्यंत रोखून धरले.



जेव्हा शेवटी रोमन जिंकले, तेव्हा एका रोमन सैनिकाकडून आर्किमिडीज मारला गेला. त्याने बनविलेला 'वॉटर स्कू' इजिप्तमध्ये अजूनही प्रचारात आहे (वॉटर व्हील)



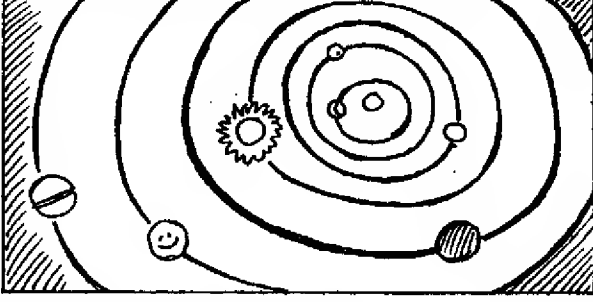
ख्रिस्तपूर्व ३० पर्यंत इजिप्तची सर्व शान लयाला जाऊन तो रोमन साम्राज्याचा एक घटक झाला होता. तिथे निर्माण झालेल्या कल्पक लोकांमध्ये एक होता हीरो*, ज्याने पहिले वाफेचे इंजिन बनवले.



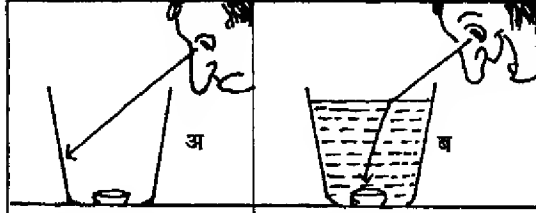
त्याने सायफदृश्य बनविला व मेकॅनिक्स आणि कॅटॉप्ट्रिक्स वर ग्रंथ लिहिले. दृश्य आकलनाविषयीचे त्याचे मत हे तत्कालीन विचारांचे प्रतिबिंब आहे.



इ.स. १२७ ते १५१ मधील टॉलेमी हा एक महान अलेक्झांड्रियावासी होय. त्याला असा विश्वास होता की विश्व समकेंद्री वर्तुळाकार असून पृथ्वी केंद्रस्थानी आहे. आपण आता जाणतो की हे असे नाही.

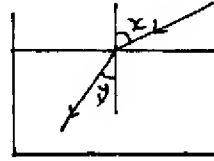


त्याने प्रकाशाचा व विशेष करून प्रकाशाच्या अपवर्तनाचा अभ्यास केला.



अपवर्तनाच्या साहाय्याने 'ब' मधील नाणे आपल्याला दिसते, कारण प्रकाश पाण्याचा पृष्ठभाग पार करताना, वळतो.

टॉलेमीने अतिशय काळजीपूर्वक प्रयोग करून, X आणि Y हे कोन मोजले.



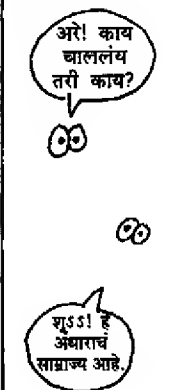
X	Y
10°	8°
40°	29°
50°	35°
80°	50°

...परंतु X व Y यांच्या संबंधाचे सूत्र शोधण्यात मात्र त्याला यश आले नाही.

Sin X चे Sin Y शी गुणोत्तर बदलत नाही, हाच तो स्नेलचा सिद्धांत!



टॉलेमीनंतर युरोपची वाताहत झाली. रोमन साम्राज्याचा पाडाव झाला. छोटे छोटे तुकडे झाले.



पुनरुत्थार हा काही विज्ञानाचा पुनर्जन नव्हता. तेव्हा युरोप धार्मिक अंधश्रद्धांनी भारलेला होता.



पुनरुत्थापनाच्या उत्तरकाळात धार्मिक अंधश्रद्धाकूपणामुळे जिज्ञासेला प्रोत्साहन मिळाले नाही.

अरे! मंगळ असा उलटा सुलटा का फिरतो?

आपल्याला शुक डोक्यावर कधीच का दिसत नाही!

*या प्रश्नांना टॉलेमीच्या विश्वचरनेत काही उत्तर नव्हते.

त्यानंतर आला...

...निकोलस कोपर्निकस (इ.स. १४७३-१५४३)

...ज्याने सूर्याला स्थिर केले आणि पृथ्वीला त्याच्याभोवती फिरायला लावले.

हे बघा! आता कसं हे सगळं सोपं झालं!

गटेनबर्गने सुमारे १०० वर्षांपूर्वीच छपाईयंत्राचा शोध लावला होता.

पवित्र बायबलपासूनच सुरुवात करू या!

हेच ते गटेनबर्ग बायबल.

१५४३ मध्ये कोपर्निकसचे 'अपवित्र' सिद्धांत छापले गेले.

Revolutionibus Orbium Coelestium

पण निकोलसच पुस्तकात म्हणालाय ना, की हे सर्व सत्याला धरून नाहीये म्हणून!

ते बहुधा त्याच्या संपादकाचे शब्द असावेत.

काहीही असो. कोपर्निकसचे सिद्धांत काही जणांनी लगेच मान्य केले...

माझे भाकीत आता जास्त अचूक उरतायत!

राइन होल्ड (इ.स. १५११-५३) ने ग्रहगोलाच्या स्थानाचे कोष्टक प्रशियामध्ये १५५१ मध्ये प्रसिद्ध केले.

....आणि काही लोकांनी तर चक्क घासाघीस करण्याचा प्रयत्न केला.

अरे, सर्व ग्रहांना सूर्याभोवती फिरू द्या; पण सूर्याला मात्र पृथ्वीभोवती फिरवा म्हणजे प्रत्येकजण खूश!

पृथ्वी

सूर्य

जे. केपलर (१५७१-१६३०)

झालं उलटं असं, टायकोच्या हवीन, डेन्मार्क मधील खासगी वेधशाळेत घेतलेल्या निरीक्षणांनी...

...कोपर्निकसच्या सिद्धांतालाच बळकटी येत होती.

उदा. टायकोने एका नव्या तान्याच्या जन्माचा वेध घेतला (सुपरनोव्हा) (१५७२)

अवकाश हे कधी बदलत नसते. - अँरिस्टॉटल.

तसेच धूमकेतूची कक्षा लंबवर्तुळाकार असते...

सर्व नैसर्गिक गती या वर्तुळाकार असतात. - अँरिस्टॉटल.

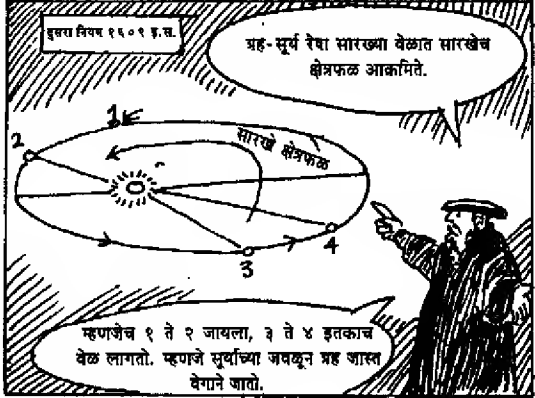
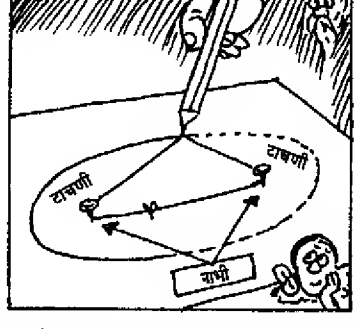
पण टायकोच्या 'ग्रीक फिजिक्स' च्या किल्ल्याला त्याच्या विद्याध्यनिष्ठ सुरुंग लावला.



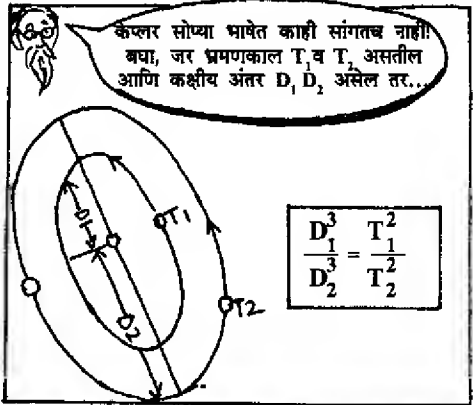
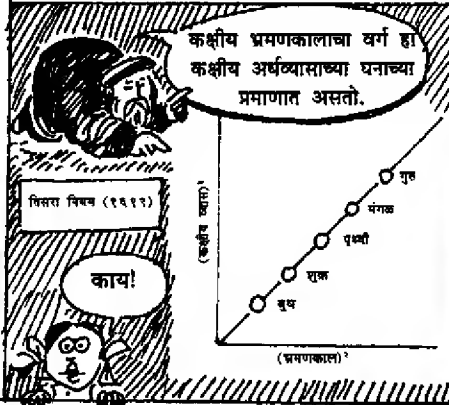
टायकोच्या निरीक्षणांच्या अथक अभ्यासामुळे केप्लरला ग्रहांच्या गतीचे ३ नियम सुचले.



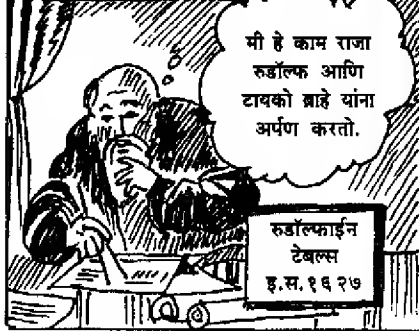
एक पेन्सिल, एक दोरा व दोन टाचण्यांच्या साहाय्याने लंबवर्तुळ सहज काढता येते.



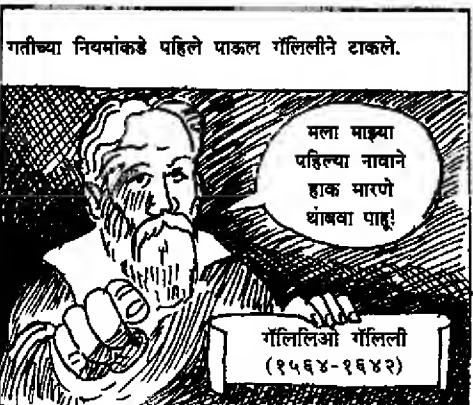
हे दोन नियम केप्लरने त्याच्या 'अॅस्ट्रॉनॉमिया नोव्हा' या ग्रंथात मांडले. तिसरा नियम त्याच्या 'हार्मनी ऑफ द वर्ल्ड' या १६१९ सालच्या गूढ कल्पनांनी भरलेल्या पुस्तकात दिला आहे.



आता ग्रहांच्या अवकाशातील जागांचे कोष्टक अचूक मांडता येते.



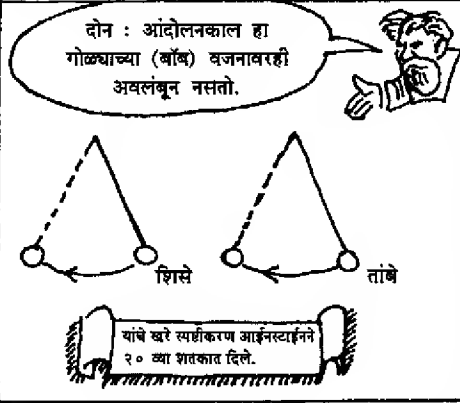
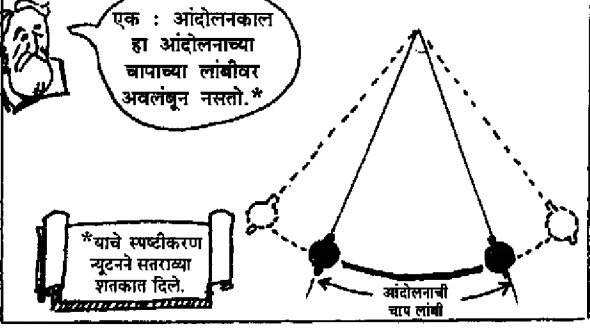
ग्रीकांच्या काळापासून आपण खूप पुढे आलो. ग्रहगोलांच्या भ्रमणाचा गोंधळ मिटला. ते कसे फिरतात, ते आपण जाणतो. पण ते का फिरतात?



केपलरचा समकालीन गॅलिली फारसा धार्मिक विधीमध्ये रस घेणारा नव्हताच. एकदा चर्चमध्येच हलणाऱ्या हुंबराने त्याचे लक्ष वेधले.



या वरून त्याने लंबकाविषयीची दोन महत्त्वाची निरीक्षणे नोंदली.



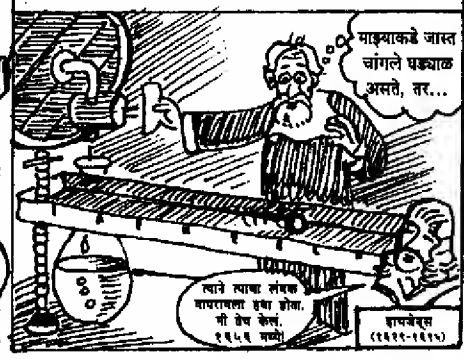
त्याला हेही कळले होते की वेगवेगळ्या वजनाच्या वस्तू एकाच उंचीवरून खाली सोडल्या तर एकदमच खाली पोचतात.



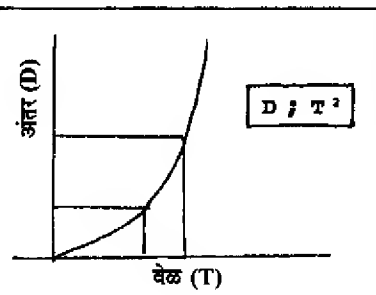
आणखी एक समकालीन सायमन स्टेविनस याने दाखवून दिले की पृथ्वीचे आकर्षण उतरणीवर कमी असते.



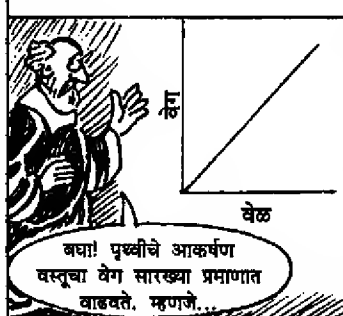
गॅलिलीने उतरणीचा वापर गतीचा अभ्यास करण्यासाठी केला.

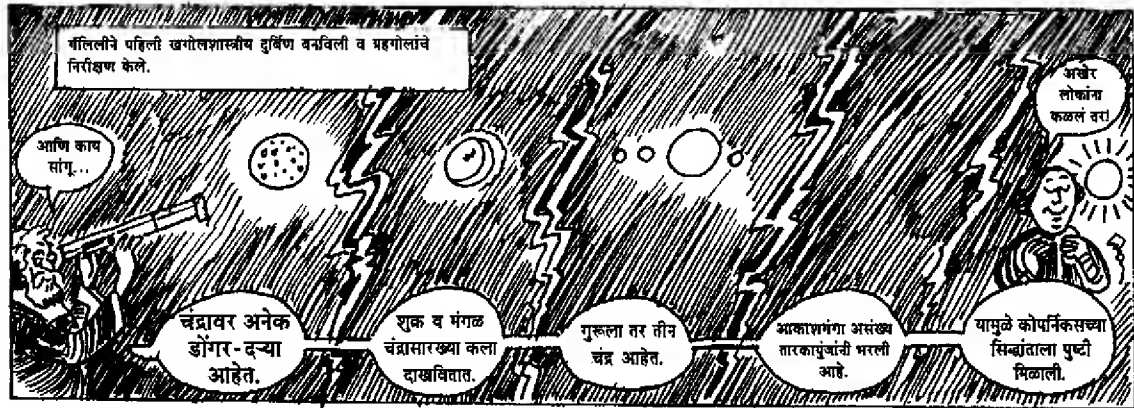
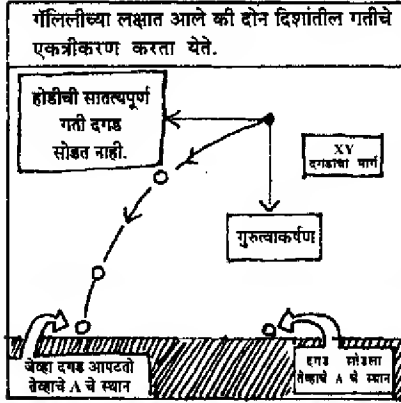


गॅलिलीच्या असे लक्षात आले की घर्गळणाऱ्या चेंडूने कापलेले अंतर वेळाच्या वर्गाच्या प्रमाणात वाढते.



...परंतु वेग मात्र वेळाच्या समप्रमाणात वाढतो.





यंत्रशास्त्र पुढे
धावत होत
तेव्हा
चुंबकशास्त्र व
प्रकाश विज्ञान
मात्र संथ
गतीने पुढे
सरकत होते.

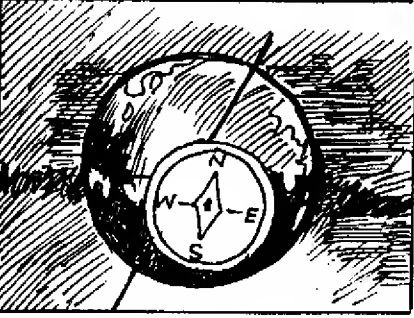
चीनमधील खाणव्यापसाधिकांना लोह स्टोन (नैसर्गिक चुंबक) फार
पुर्वीपासुन माहीत होता. (ख्रिस्तपूर्व २५००)



चुंबकीय गुणधर्म व गूढ विद्या यांचा नेहमीच संबंध जोडला जायचा.



चुंबकाचा उत्तर दिशेकडे वळण्याचा गुणधर्म नेमका
कुणाच्या लक्षात आला, हे काही ज्ञात नाही.



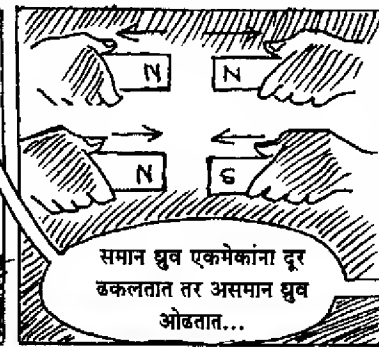
परंतु ख्रिस्तपूर्व ९०० मध्ये सुद्धा
चुंबकसूचीचा वापर समुद्रात दिशा
ओळखण्यास केला जात होता.



बऱ्याच जणांना चुंबकाचे कार्य रहस्यमय वाटायचे...



पेरिग्रिनस ह्या फ्रेंच तंत्रज्ञाने बहुधा प्रथमच चुंबकावर बरेच प्रयोग केले. त्याचे चुंबकाने बरेच महत्त्वाचे गुणधर्म शोधले.



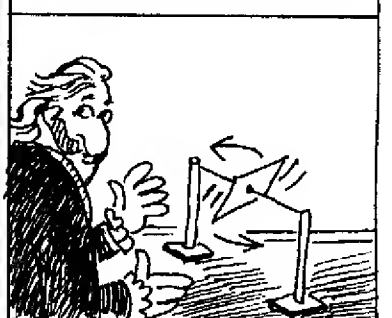
उत्तरेकडे वळून राहण्याबद्दलचे त्याचे स्पष्टीकरण
मात्र अयोग्य होते.



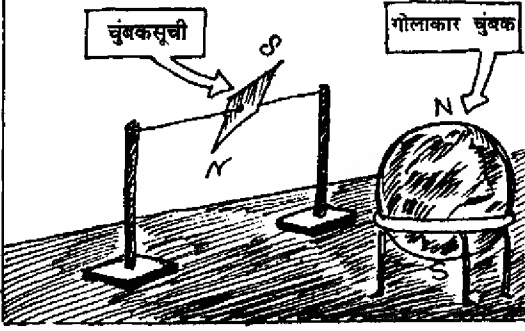
विल्यम गिलबर्ट (१५४४-१६०३) जन्माला
येईपर्यंत हा विचार असाच राहिला.



त्याच्या लक्षात आले की, जर चुंबकसूचीला उभ्या पातळीत
फिरण्याची मुभा दिली तर तिचे टोक खाली कलते.



एखाद्या गोलाकार मॅग्नेट शेजारी ठेवलेली चुंबकसूची अशीच खाली कलते.



यावरून पृथ्वी हा एक प्रचंड चुंबक असावा, असे गिल्बर्टला यादते.



ग्रीकांच्या काळापासूनच अंबर नामक रालेचा तुकडा घासला की त्याला दाळक्या गवताचे हलके तुकडे चिकटतात हे माहीत होते.



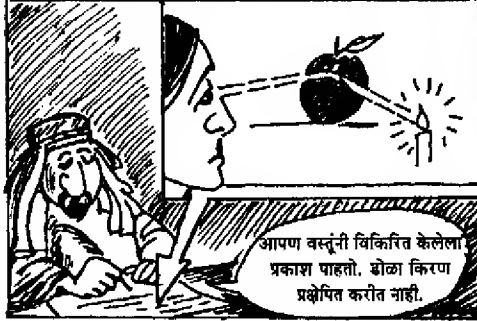
गिल्बर्टने असे अनेक पदार्थ शोधून काढले व त्यांना इलेक्ट्रिक्स असे नाव दिले.

याव्यतिरिक्त प्रकाश विज्ञानात थोडीफार प्रगती झाली होती.

अल् हाझेन (इ. स. ९६५-१०३९) याचे जीवन वैशिष्ट्यपूर्ण घटनांनी भरलेले होते.



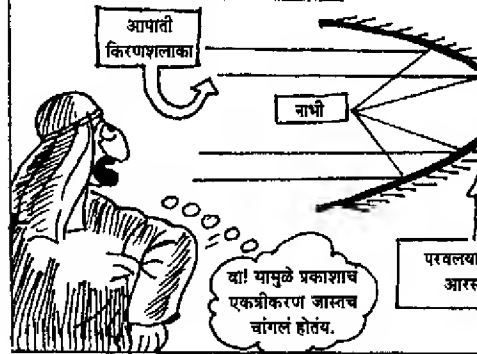
अल् हाझेन ने वेड्याचे सोंग घेतले व गुप्तपणे आपले प्रयोग सुरूच ठेवले.



त्यानेच पहिली सूक्ष्म छिद्र प्रतिमादर्शी तयार केली.



...आणि परवलयाकृती आरसे!



अल् हाझेनने भिंगाचा तसेच प्रकाशाच्या अपवर्तन आणि परावर्तनाचा अभ्यास केला. पण दुर्बिण बनवणं मात्र त्याचं राहूनच गेलं.



अर्थातच १६ व्या शतकापूर्वी चंद्रविद्या ही भौतिक विज्ञानाची सज्जा ठरली.

त्याच्या अखेरच्या दिवसात गॅलिलीला एक कार्यक्षम सचिव लाभला.

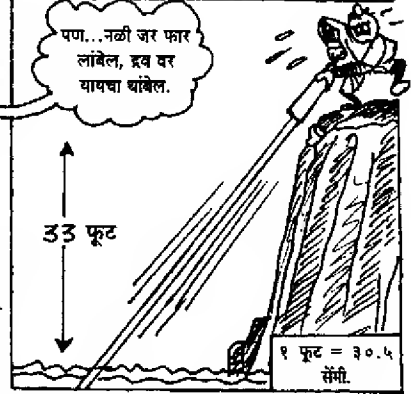


ई. टॉरिसेली (१६०८-१६४७)

टॉरिसेलीला दड्ड्याच्या कार्याचे कुतुहल वाढत होते.



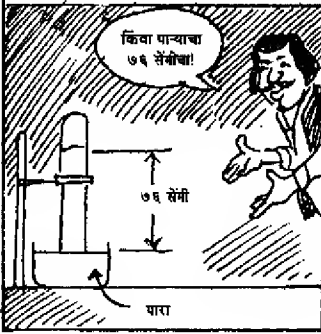
मी दड्ड्या ओढतो जसा द्रव वर येतो कसा!



३३ फूट

१ फूट = ३०.५ सेंमी.

पायलून त्याने निष्कर्ष काढला की, हवेचा दाब पाण्याचा ३३ फूट उंचीचा स्तंभ तोलतो.

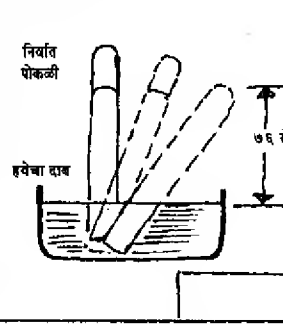


किंवा पाण्याचा ७६ सेंमीचा!

७६ सेंमी

पारा

पाण्याच्या संभाव्यतेने निर्वात पोकळी ही मानवाने बनवलेली पहिली पोकळी (नळी बाकडी करून हे पद्धताळता येते.)



निर्वात पोकळी

हवेचा दाब

७६ सेंमी

त्यांचा समकालीन ऑटो फॉन गेरिक (१६०२-१६८६) याने पहिला निर्वातीकरण पंप तयार केला.



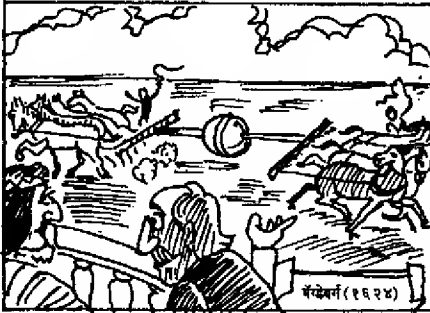
निर्वात पोकळीत मेणबत्ती जळत नाही.



तसेच आवाजही (धंटेचा) त्यातून बाहेर येत नाही.

पल्ला पाल्लाच आपण बेलबार म्हणू!

त्याच्या त्या जगप्रसिद्ध प्रयोगाने हे सिद्ध केले की दोन अर्धगोलांच्या आतील निर्वात पोकळीचे बल दोन घोड्यांच्या समूहाना सुद्धा भारी पडते.



मॅग्नेबर्न (१६२४)

हया कल्पना ब्लेझ पास्कलने पुढे नेल्या. पास्कल (१६२३-१६६२) एक विलक्षण बुद्धीचा मुलगा.



सगळेच मधू नको. तो येवसर पास्कल जातोय.

ओह! किती गोड आहे हा!

पास्कलने वयाच्या अवघ्या सोळाव्या वर्षी प्रकृतीचे घेदांवर भाष्य लिहिले व एकोणिसाव्या वर्षी एक हिशोबाचे यंत्र तयार केले.



बघा बाबा! हे यंत्र बेरीज बनवावी करव.

हं हा जरा! उच्चापत्याच आहे. पण उपयोगाचा दिसतोय.

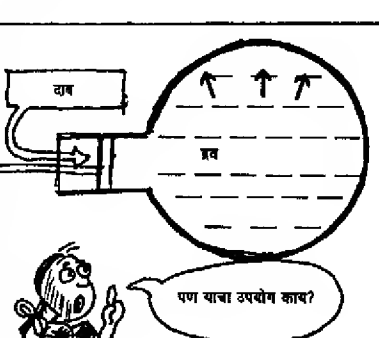
पास्कलनेच संख्याशास्त्रीय संभाव्यतेचा पाया घातला. जी आता भौतिक विज्ञानात सतत वापरली जाते.



संपूर्ण अनिश्चित परिस्थितीमध्ये सुद्धा विश्वसनीय माहिती मिळवता येऊ शकते.

अच्छा! खरंच की काय!

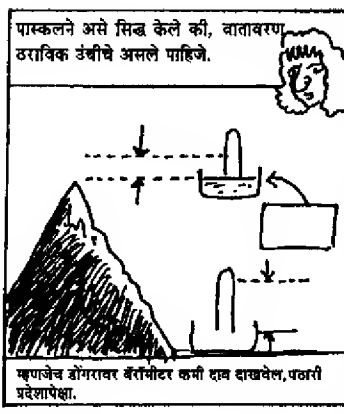
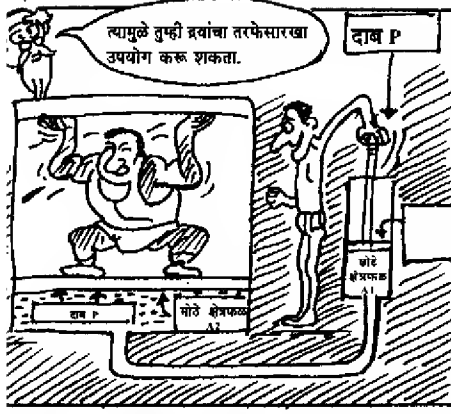
त्याला आणवले की द्रवावर दिलेल्या दाब कमी न होवा सगळीकडे पसरतो.



दाब

द्रव

पण याचा उपयोग काय?



हृणजेच बॅरोमीटरने उंची मोजता येते. अर्थात इतरही मार्ग आहेत म्हणा!



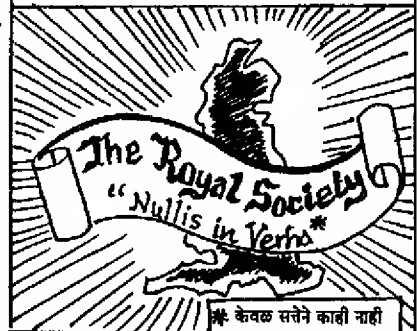
ब्रिटिश सिव्हिल वॉर नंतर...



विचारवंतांच्या एका कपूने एक 'अदृश्य कॉलेज' स्थापन केले. बॉईल त्याचा सदस्य होताच.



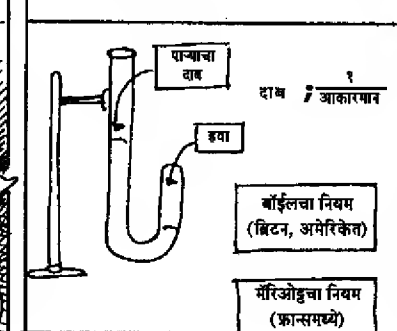
किंग चार्ल्स सत्तेवर आल्यावर हे 'अदृश्य कॉलेज' रॉयल सोसायटी बनले...



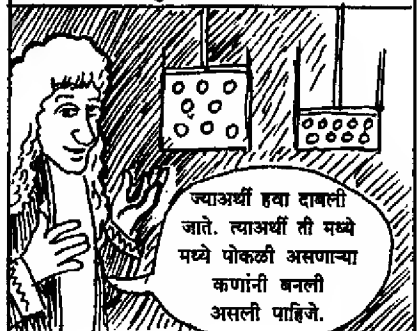
त्या कर्तबगार सहकाऱ्याच्या साहाय्याने (बर्ट हूक) बॉईलने बरेच शोधकार्य केले.



...दाबलेली हवा जास्त दाब उत्पन्न करते.



'हवा दाबली जाते' यावरून एक महत्त्वाचे अनुमान काढले गेले.



सतराव्या
शतकाच्या
उत्तरार्धात
युरोपमध्ये
अनेक
ताराकित
वैज्ञानिक
होऊन गेले.



सी. हायजेनस
(१६२९-१७१६)



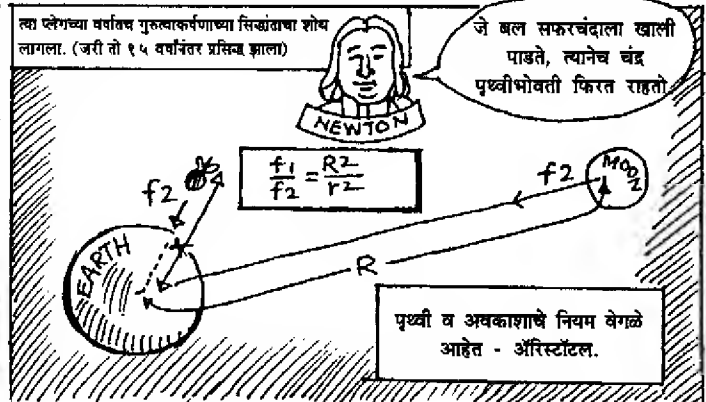
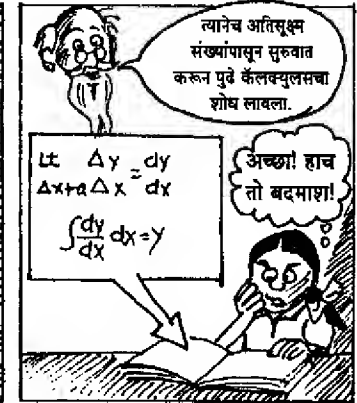
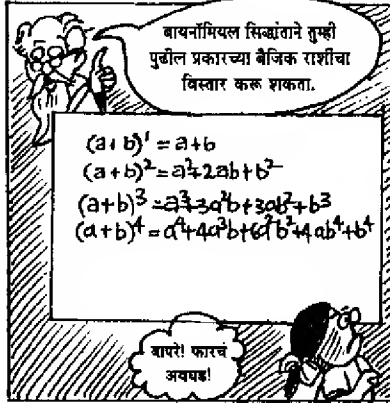
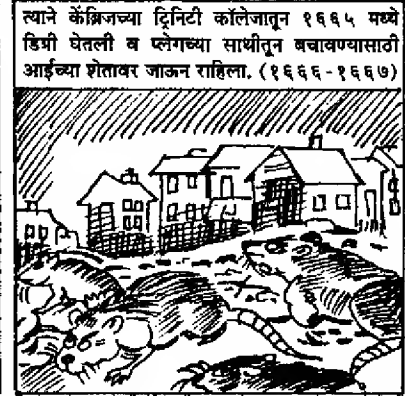
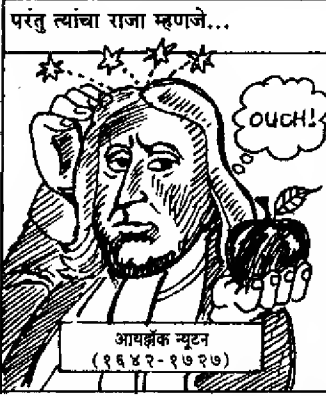
जी. डब्ल्यू. लायबनिझ
(१६४६-१७१६)

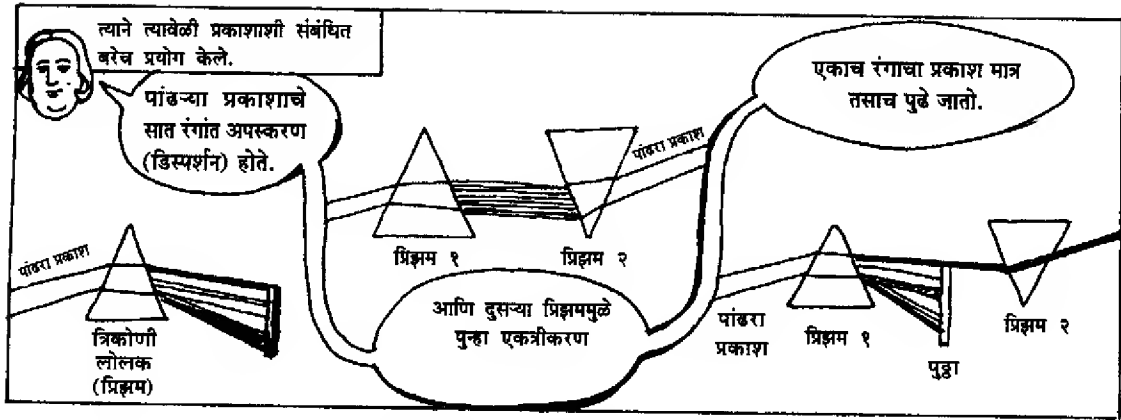


आर. रुक
(१६३५-१७०३)

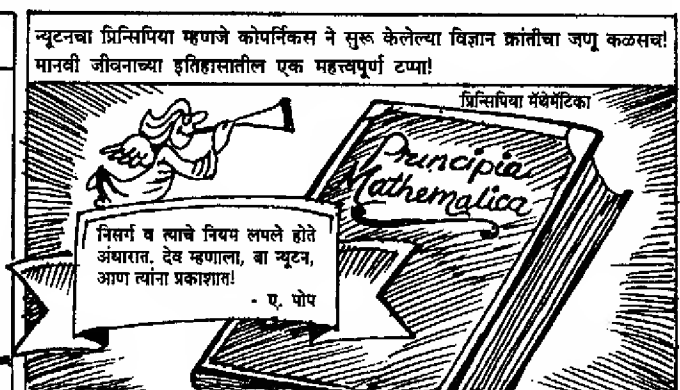
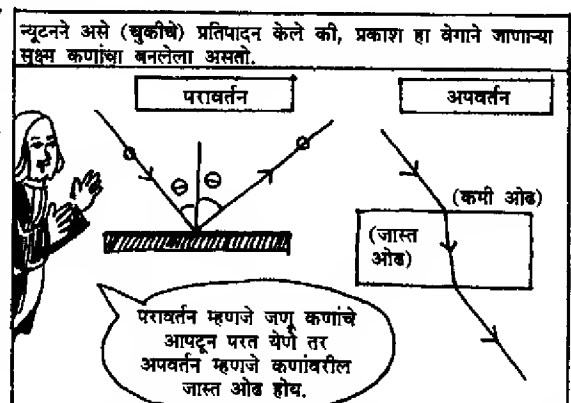


ई. हॅली
(१६३६-१७४२)





या प्रयोगांमुळे न्यूटन सर्वपरिचित झाला व त्याला बरेच मानसन्मान मिळाले. (१६६९ मध्ये केंब्रिजची प्रोफेसरशिप, १६७२ मध्ये एफ. आर. एस.) तसेच त्याला बरेच शत्रूही निर्माण झाले. जसा हूक.



न्यूटनने,
त्याच्या
'निसर्गाच्या
तत्त्वज्ञानाचे
गणिती
सिद्धांत' या
ग्रंथात विज्ञानाचे
यांत्रिकी चित्र
स्पष्ट मांडले.

गॅलिलीचे गतीचे नियम त्याने सूत्रबद्ध केले...



नियम दुसरा: त्वरण=बल/वस्तुमान



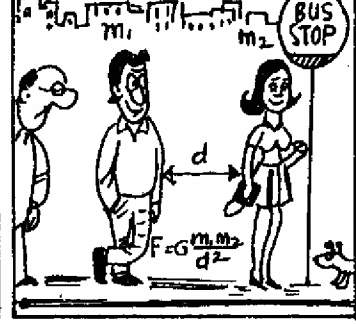
तसेच प्रसिद्ध तिसरा नियम त्याच्या खंड...



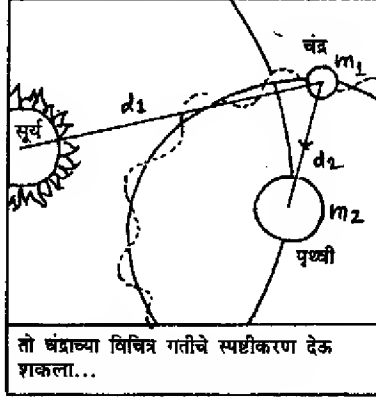
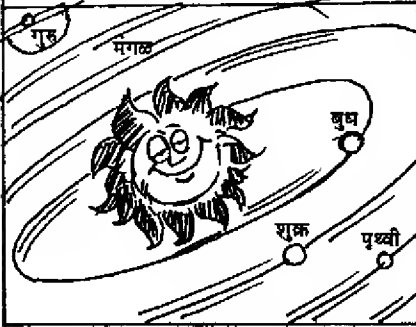
आणि उतारांसह...



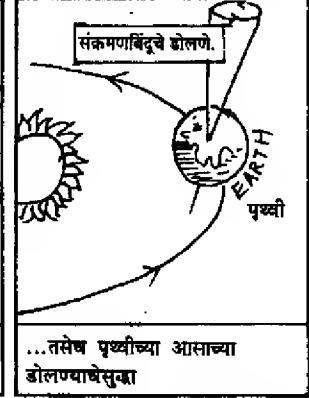
अतिशय उच्च अशा आंतरिक घर्षणामुळे न्यूटनला विज्ञानाच्या कोणत्याही दोन वस्तूंमध्ये गुरुत्वाकर्षण असते हे मांडता आले.



मग न्यूटनने केपलरचे सिद्धांत सिद्ध केले व जणू ग्रहगोलार्थांना त्यांच्या योग्य जागी नेऊन बसविले...



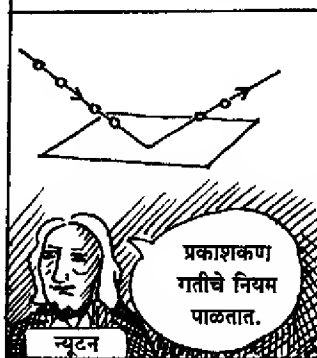
तो चंद्राच्या विचित्र गतीचे स्पष्टीकरण देऊ शकला...



...तसेच पृथ्वीच्या आसाच्या डोलण्याचे सूत्र

आपण हे पाहूच की,
न्यूटनच्या
निसर्गविषयीच्या
या यांत्रिकी
दृष्टिकोनाने
फुडें अराच
काल अनेक
वैज्ञानिक
प्रभावित होत
राहिले.

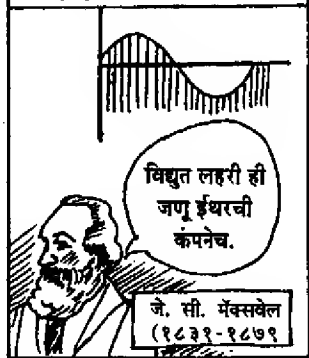
जसे प्रकाशाच्या बाबतीत...



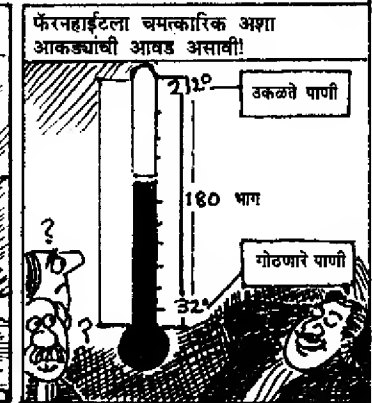
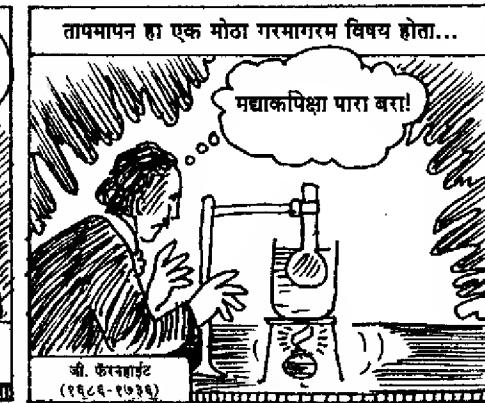
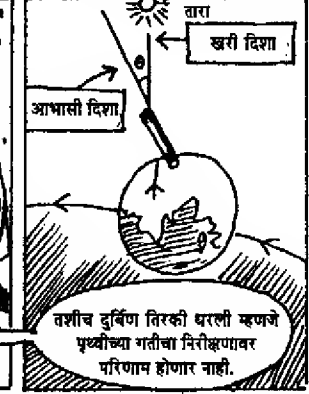
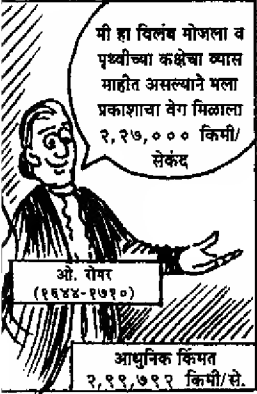
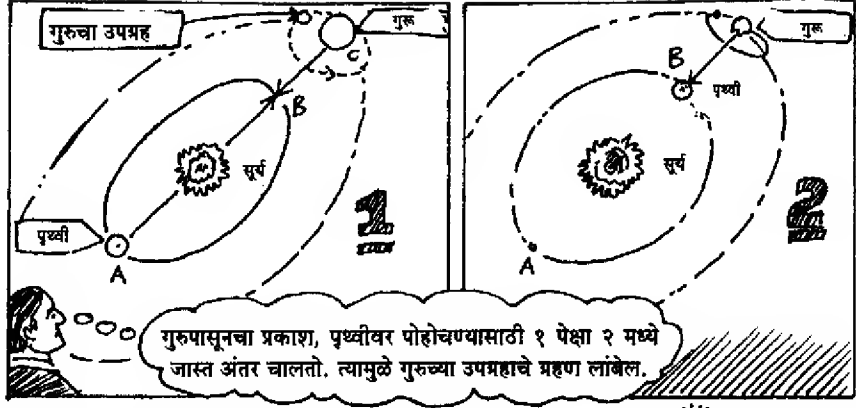
उष्णता विज्ञानात...

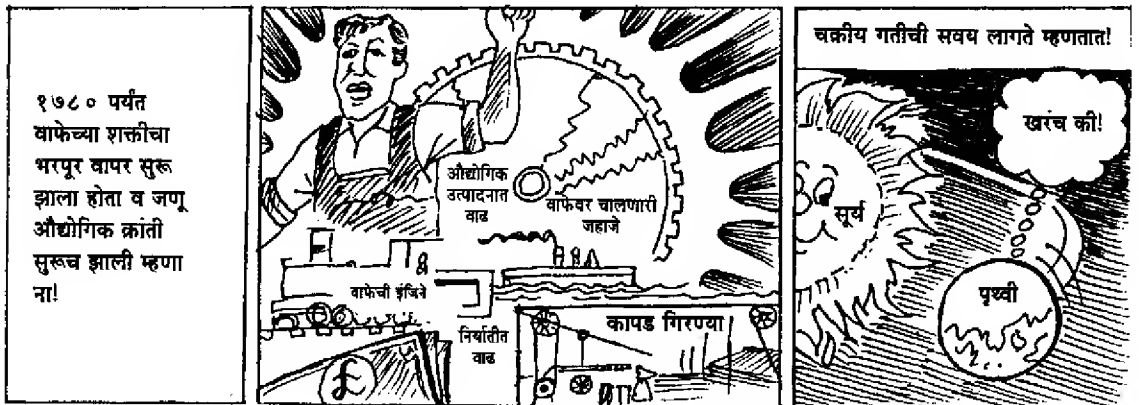
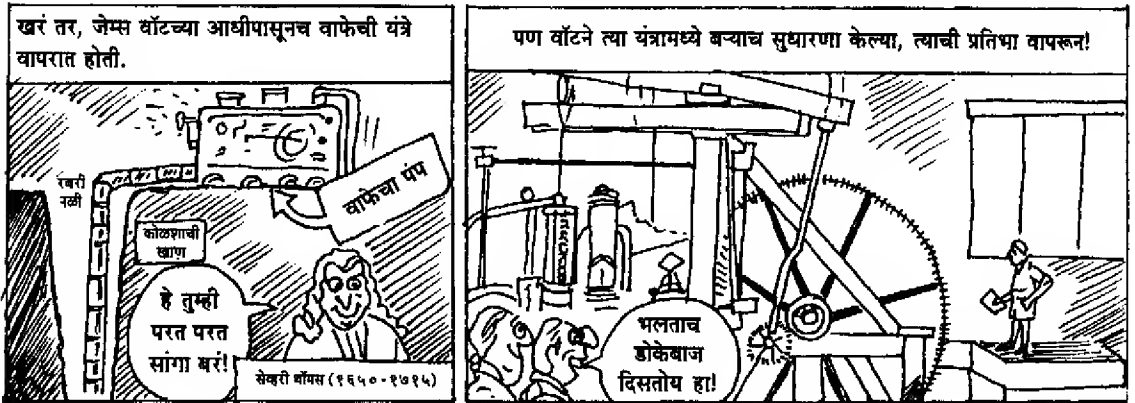
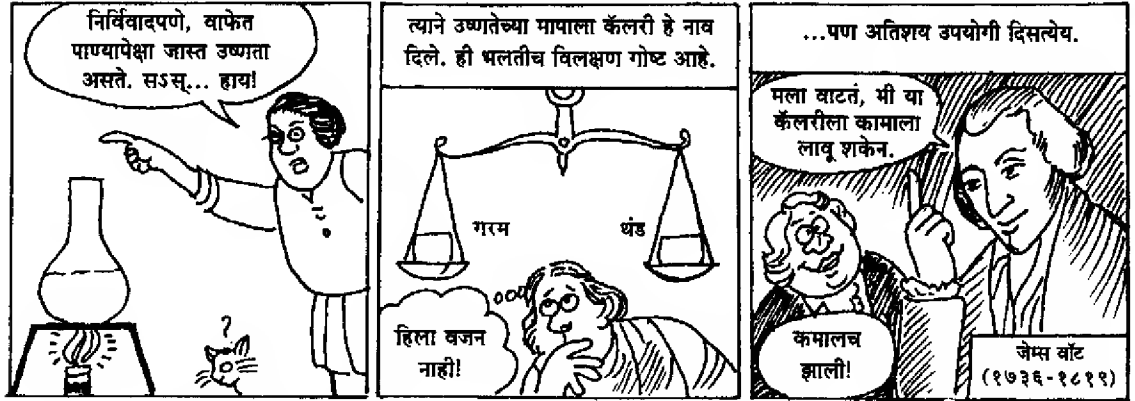


विद्युतचुंबकीय लहरीच्या विज्ञानात



न्यूटन
नंतरच्या
काळात अनेक
सोप्या पण
अतिशय
महत्त्वाच्या
घटना घडल्या,
जसे रोमरने
प्रकाशाचा
वेग मोजला.





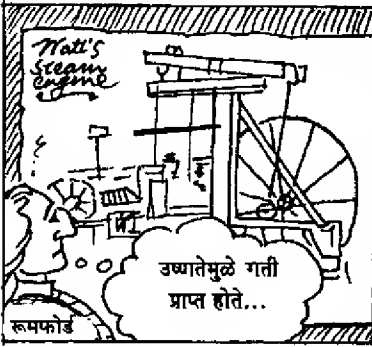
अनेकांनी त्याची री ओढली : अमेरिकेतही



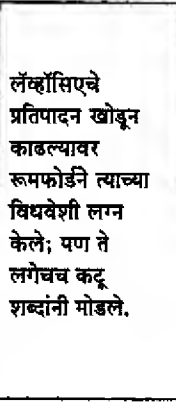
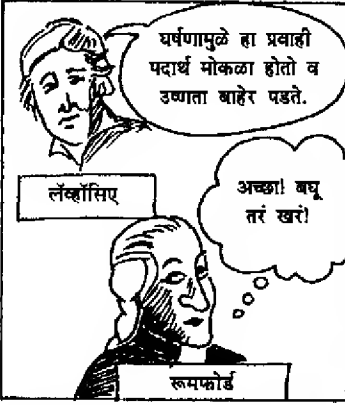
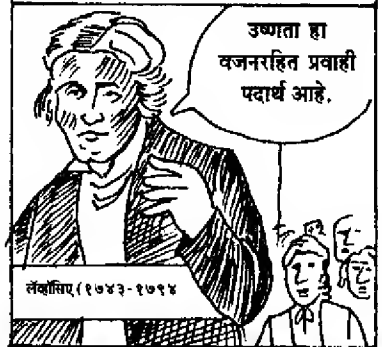
तसेच फ्रान्समध्ये सुद्धा.

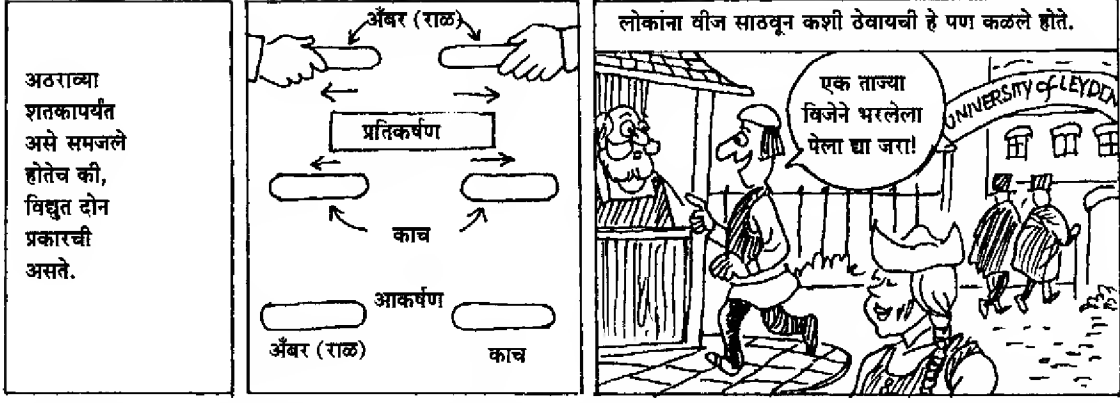


या सर्व गोंधळात कार्कट रूमफोर्ड मात्र उष्णतेच्या स्वरूपाबद्दल विचारमग्न होता.

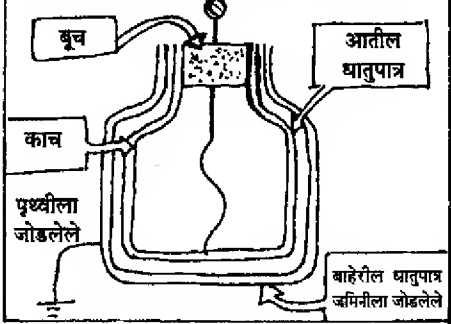


पण सर्वांचं मत मात्र रूमफोर्डच्या विरोधात होतं.





या लेडन पेल्त्यात दोन धातुंची पात्रे काचेनी वेगळी ठेवलेली असतात. आतले धातुपात्र वीज साठवून धरते.



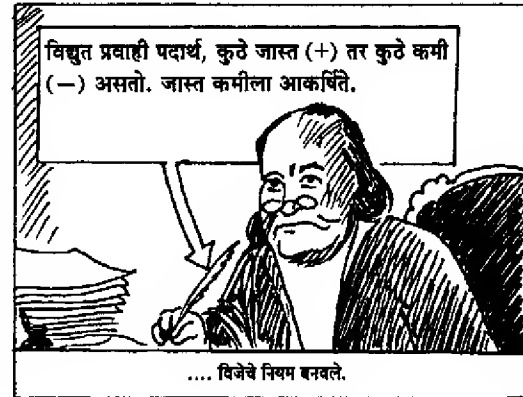
लेडन पात्रावर प्रयोग करणाऱ्या बऱ्याच शास्त्रज्ञांमध्ये बेंजामिन फ्रॅंकलिन (१७०६-१७९०) एक होता.

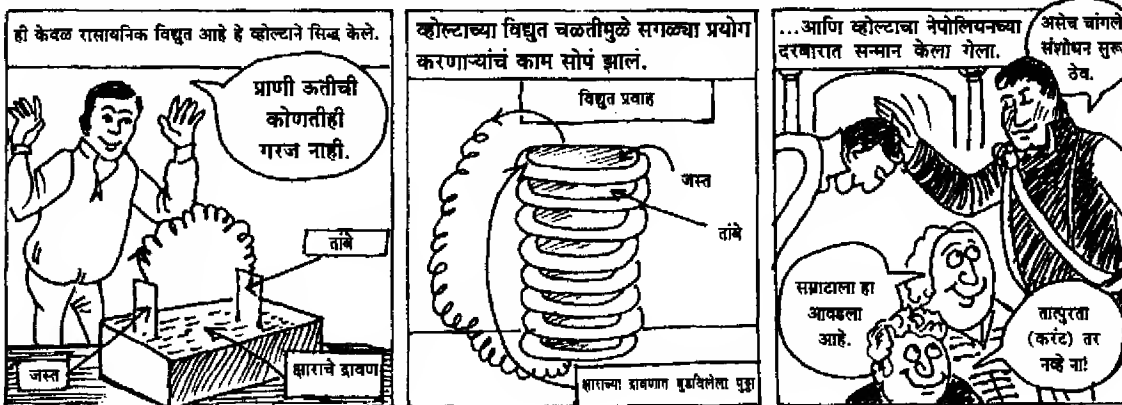
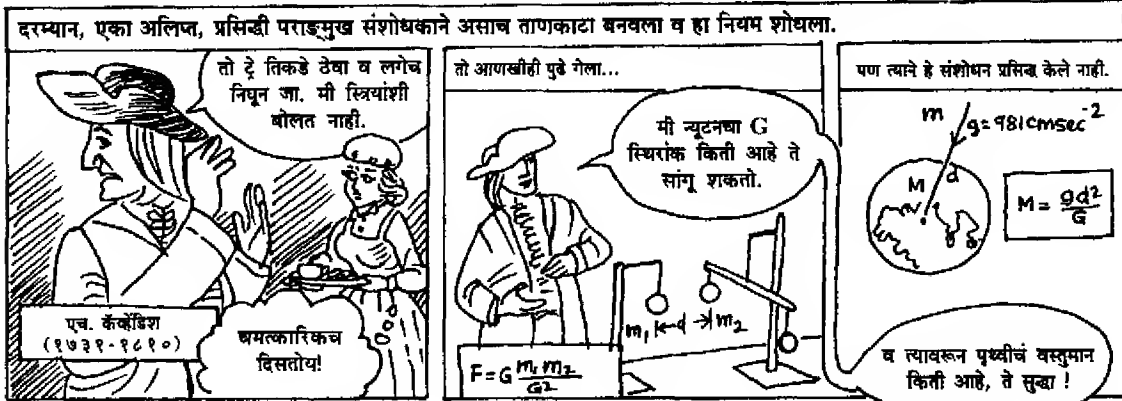
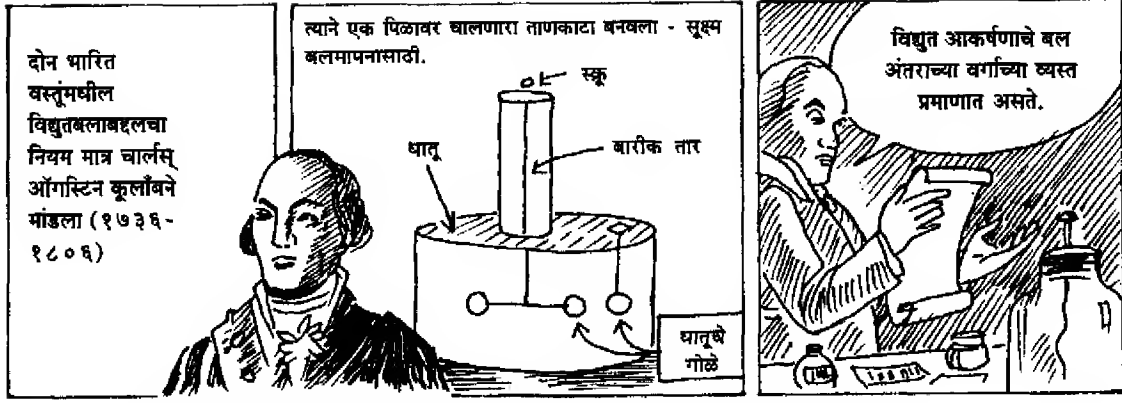


आकाशातील वीज व ही विद्युत एकच की काय, यावर त्याचे संशोधन सुरू झाले.



फ्रॅंकलिनने पहिला विद्युत निवारक बनवला व मग...





व्होल्टाच्या
चळतीमुळे
विजेचे सर्व
प्रयोग सोपे
झाले व
त्यातूनच
एकत्रीकरण
झाले...

...वीज व चुंबकत्वाचे!

असंय तर! विजेचा
चुंबकसूचीवर परिणाम होतो.

एच. ओस्टेड
(१७७७-१८५१)

सातत्यपूर्ण
विद्युतप्रकार

कोल्टाची
चळत

विद्युत प्रवाहाच्या दिशेप्रमाणे चुंबकसूची
वेगळ्या बाजूला वळते.

ए. एम. ॲम्पियरने विशेष पाठपुरावा केला.

एका प्रवाहाचा दुसऱ्यावर
परिणाम होतो का?

ए. एम. ॲम्पियर
(१७७५-१८३६)

व्होल्टाची
चळत

...होतोच वाटते!

जेव्हा प्रवाह एकदिश असतात
तेव्हा तारा एकमेकांकडे ओढल्या
जातात. हं म्...

तार

बहुधा विद्युतप्रवाह चुंबकत्व
तयार करत आसावा!

एका नळीभोवती
तारेचे बरेच वेडे
देऊन बघू या...

...हं, आता यातून
वीज सोडू.

व्होल्टाची
चळत

आणि काय आश्चर्य! त्या नळीचा जणू
चुंबक झाला.

लोहकोस

विद्युत चुंबक

हा खरंच फार महत्वाचा क्षण होता.

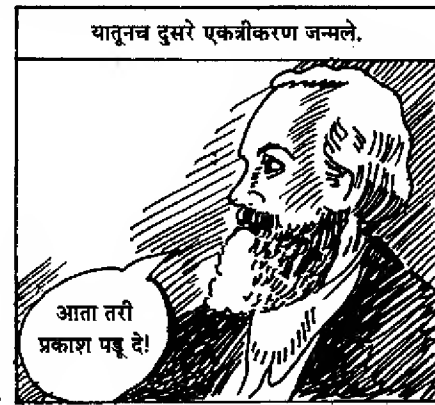
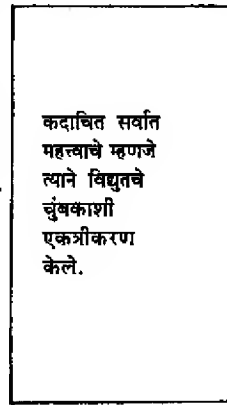
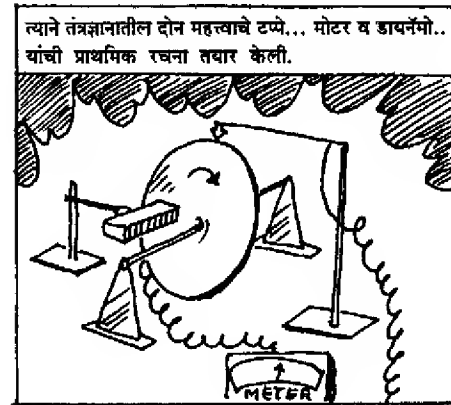
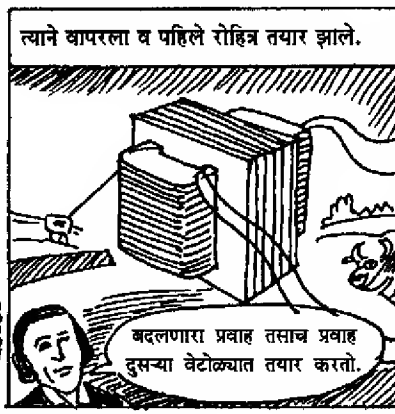
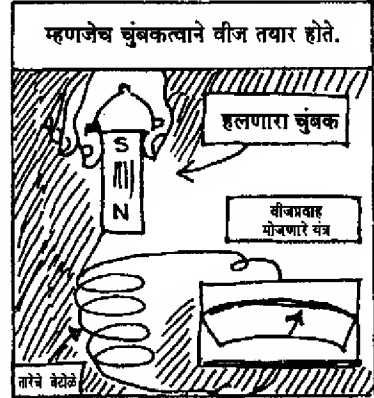
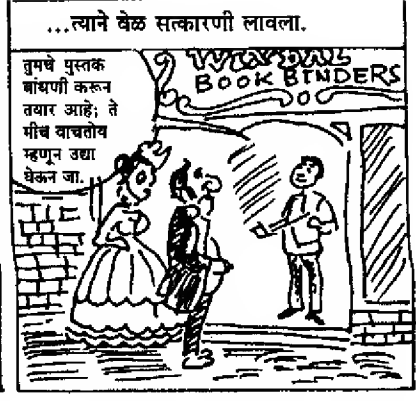
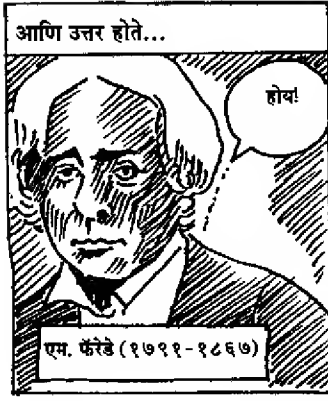
विजेमुळे
चुंबकत्व येते.

ॲम्पियरचा चुंबकत्वाबद्दलचा कयास बरोबर होता.

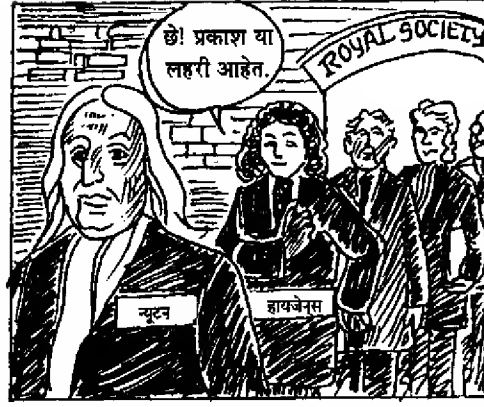
N O O O O S

चुंबकीय पदार्थात सूक्ष्म
विद्युतप्रवाह असतात जणू !

मग चुंबकापासून वीज तयार
करता येईल का?



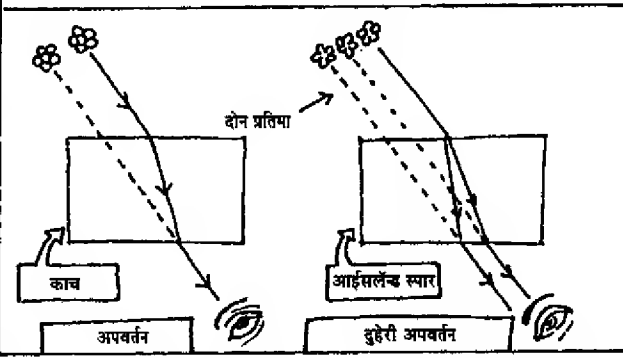
पूर्वी
म्हटल्याप्रमाणे
न्यूटनला प्रकाश
म्हणजे सूक्ष्म
कण असावे
की, जे स्पष्ट
छाया निर्माण
करू शकतात,
असे वाटत
होते.



सर्व काही? खरं तर नाही. आईसलॅंड स्पार या स्फटिकांबद्दल जरा गडबडच होती.



आईसलॅंड स्पारमधून प्रकाशाच्या किरणांचे दुहेरी अपवर्तन होते.



हे मात्र न्यूटनला स्पष्ट करता येईना!



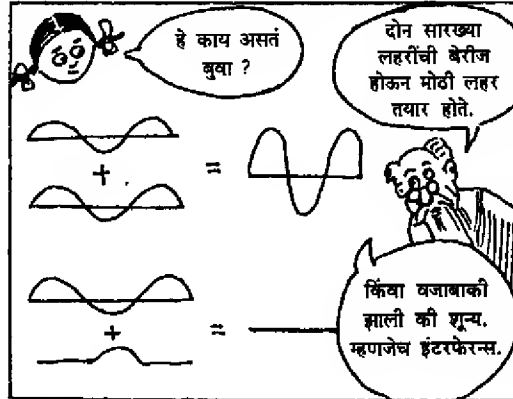
पण हायजेनसलासुद्धा ते जमत नव्हतंच!

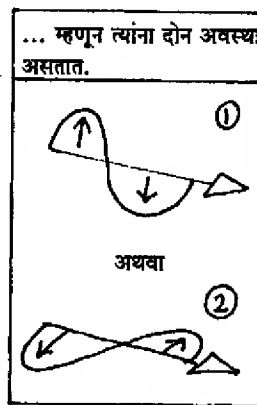
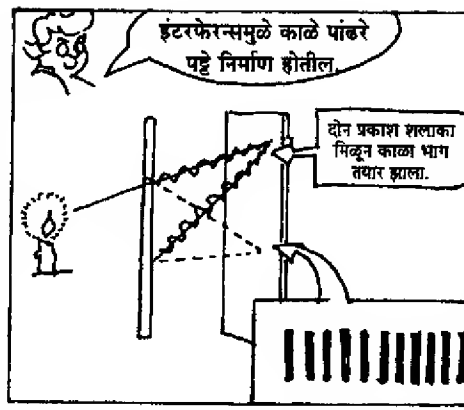


थॉमस यंग नावाचे एक विलक्षण बुद्धिमान बालक येईपर्यंत हा गोंधळ असाच राहिला.



यंगने दाखवून दिले की, प्रकाशाचे इंटरफेरन्स व डिफ्रॅक्शन होते.



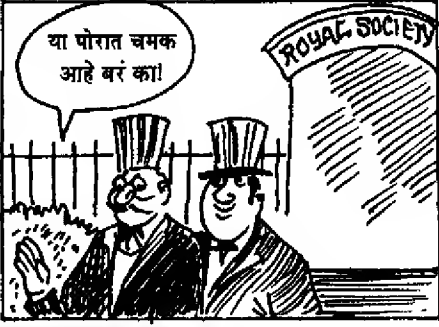


प्रकाशाच्या
स्वरूपावर एका
महान बुद्धिवंताने
प्रकाश टाकला. तो
होता जेम्स क्लार्क
मॅक्सवेल
(१८३१-१८७९)

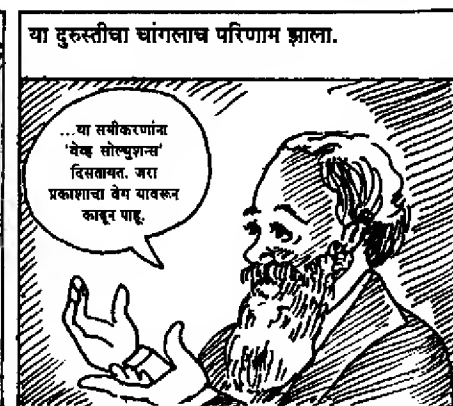
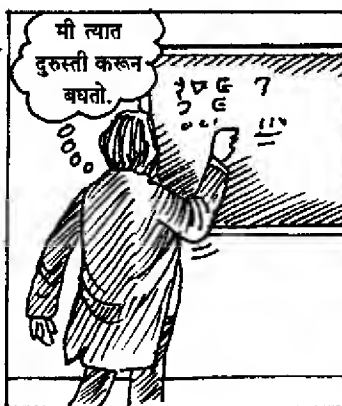
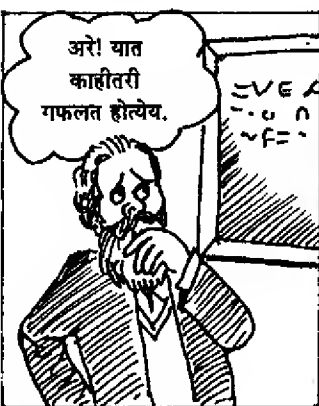
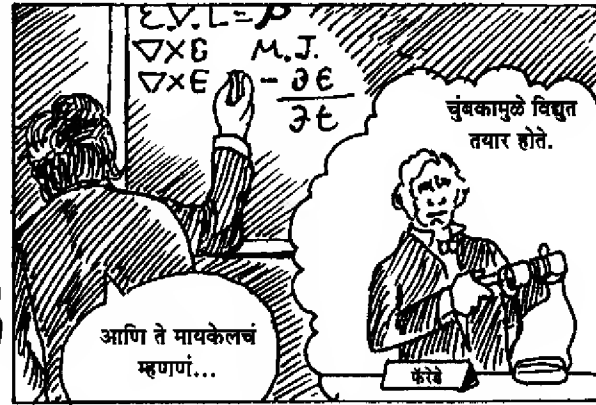
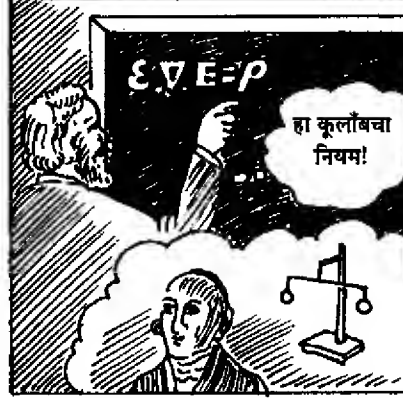
हा ही एक विलक्षण बुद्धिमत्तेचा मुलगा होता.



... ज्याचा पहिला शोधनिबंध एडिनबर्गच्या रॉयल सोसायटीमध्ये वयाच्या १५ व्या वर्षी वाचला गेला.

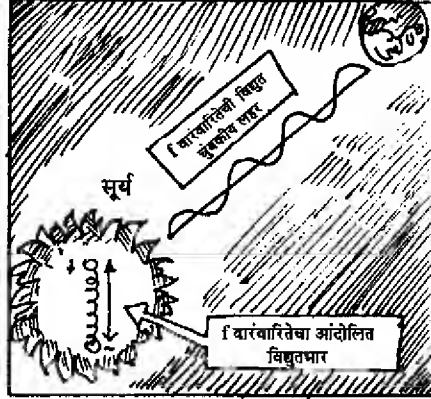


त्याच्या पुढील आयुष्यात त्याने विद्युत-चुंबकत्वाचा खूप अभ्यास केला.

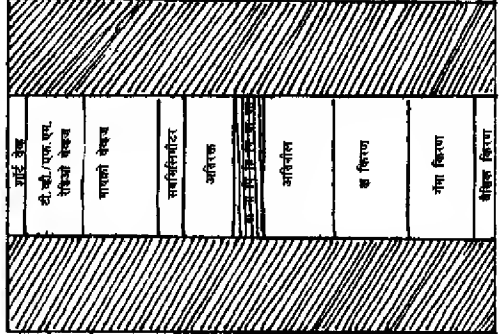




मध्यंतरात या समीकरणांवरून असे दिसले की, आंदोलित होणारे विद्युतभारित कण विद्युत-चुंबकीय लहरी बाहेर सोडतात.



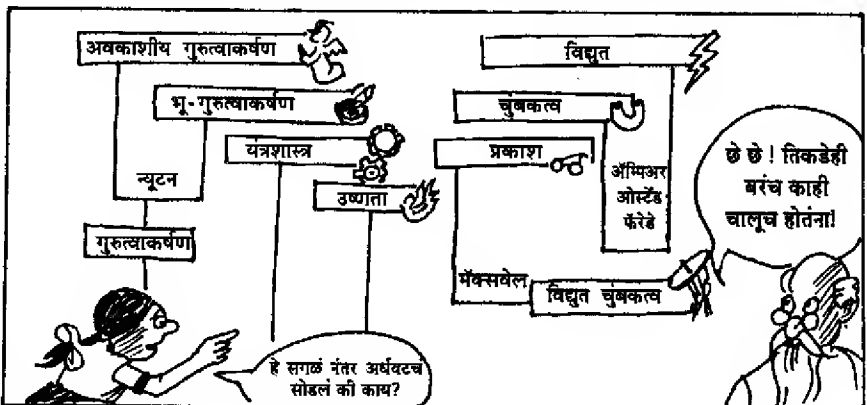
...म्हणजेच विद्युत चुंबकीय लहरींना कोणतीही तरंग लांबी असू शकते.



अतिरक्त व अतिनील किरण आधीच माहीत होते.



आणि लवकरच विद्युत चुंबकीय लहरी प्रयोगशाळेत बनल्या.



उष्णता व
यंत्रशास्त्राचं
एकीकरण करून
थर्मोडायनेमिक्स
नावाचं नवें शास्त्र
निर्माण करण्यात
बरेच जण होते.
आधाडीवर होता,
सादी कारनो

फारच संथ गती
आणि महागडी
दिसते ही!

घोडागाडीच
बरी की
काय?

वाफेचे इंजिन किती
कार्यक्षम असू शकेल?

एस. कारनोट
(१७९६-१८३२)

थोड्याच कालावधीत त्याला
उत्तर सापडलं.

हं ५५! अगदी आदर्श
इंजिनमुळा
अकार्यक्षमच असणार.

अगदी आदर्श इंजिनाची कार्यक्षमता १ पेक्षा कमीच
असणार ना!

$E = 1 - \left(\frac{T_2}{T_1}\right)$

T_1 = वाफेचें तापमान
 T_2 = थंड झाल्यावरचे तापमान

आणि बहुतेक इंजिन, आदर्श इंजिनापासून फारच लांब होती.

तुम्ही मला
विकलेलं इंजिन
चालत नाहीये!

यांका हो! की तुम्हाला जरा
कारनोट काय म्हणतो ते
सांगतो.

उष्णता व गती यातील सांबांधावर बरेच जण काम करीत होते.

जे. पी. ज्यूल
(१८१८-१८८९)

डब्ल्यु. टी. केल्विन
(१८२४-१९०७)

यांत्रिक हालचालीमुळे निर्माण होणाऱ्या उष्णतेचे अचूक मापन ज्युलने केले...

ढवळण्यामुळे
पाणी गरम
होतं.

...मग त्याचा वैज्ञानिक मधुचंद्र!

ते पाणी गरम
असणार बरं
का ग्रिबे!

??!

अंतिमतः त्याने आपला सिद्धांत मांडला.

४१,८००,००० अर्ग
काम केलं की एक कॅलरी
उष्णता तयार होते.

...हे बऱ्याच शास्त्रीय नियतकालिकांनी अमान्य केलं.

CLONK

ouch!

आणि ज्युलला भाग धाडलं, एक नवीनच प्रथा सुरू करायला...

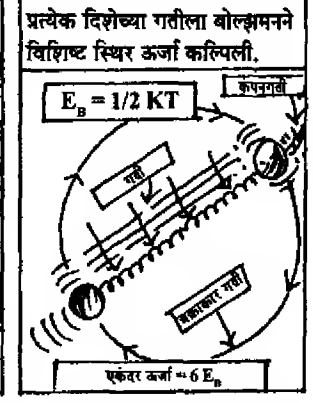
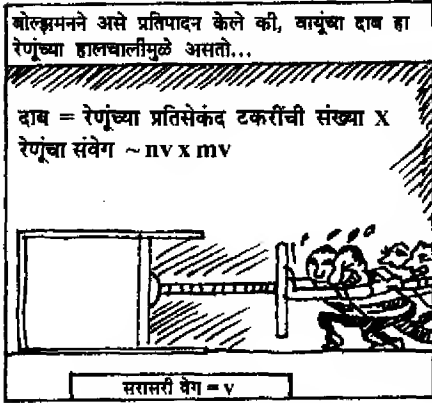
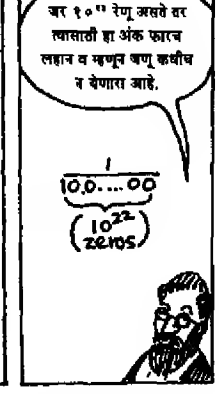
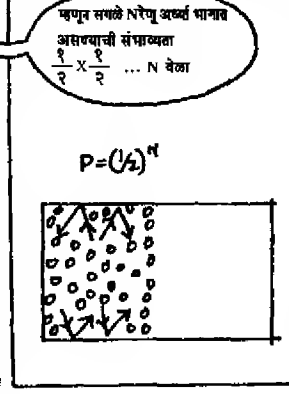
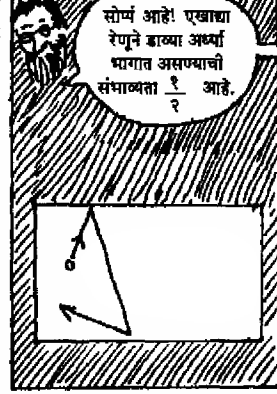
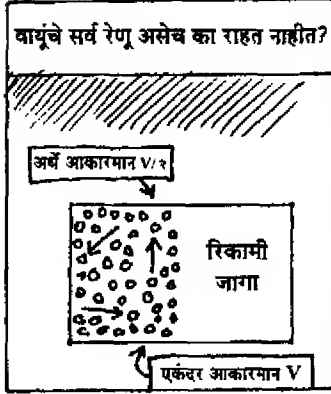
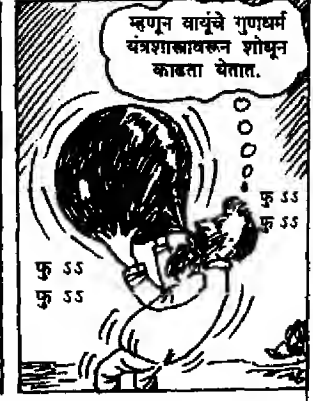
...वृत्तपत्रांतून विज्ञानाविषयी लिहिण्याची.

हे सगळं काय आहे?

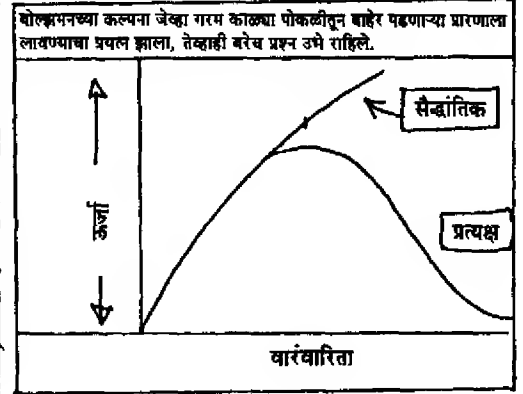
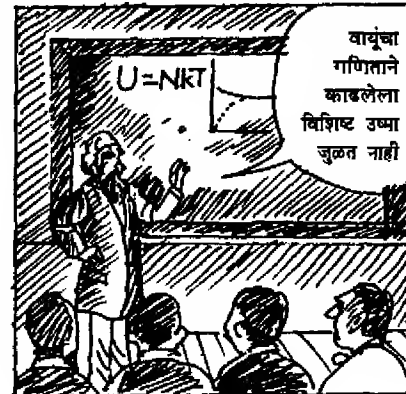
काँग्रेसरी
लिखाण आहे
ना?

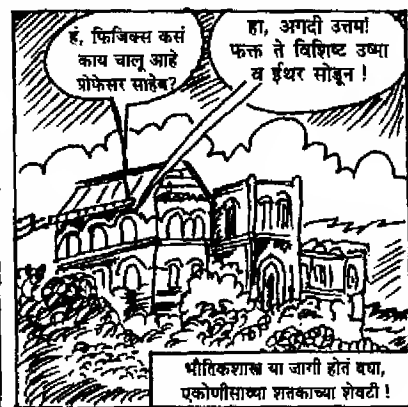
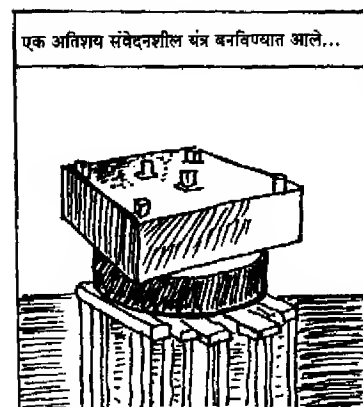
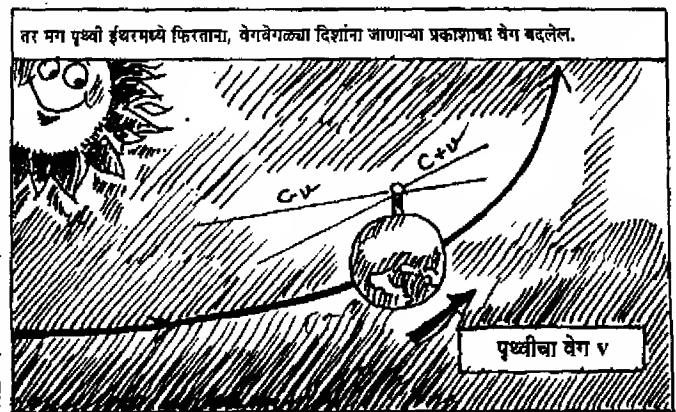
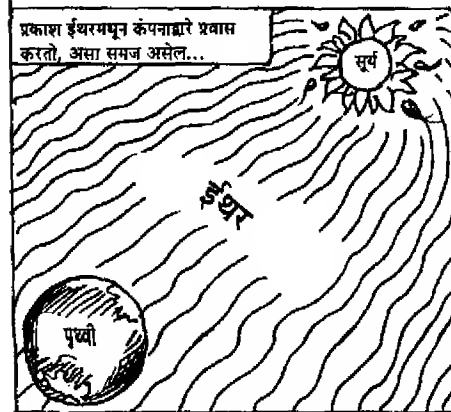
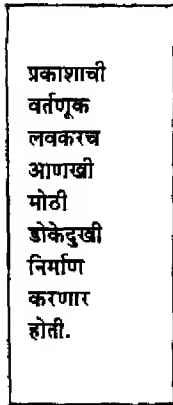
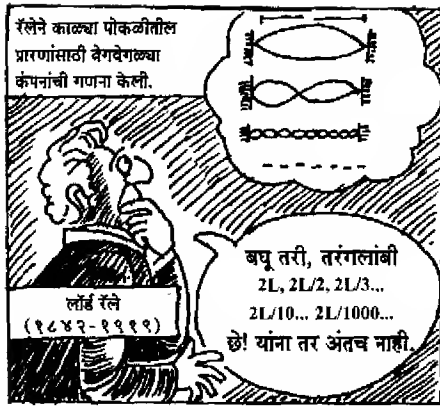
आणि केवळ वृत्तपत्रांतूनच!

उष्णता व
यंत्रशास्त्रातील
संपूर्ण संबंध
मॅक्सवेल व
बोल्ट्झमन यांच्या
कामातून सिद्ध
झाला आणि...



... त्यामुळे
बऱ्याच
निरीक्षणांचे
स्पष्टीकरण
मिळाले; पण
सर्व नाही!





भौतिक विज्ञानातील
काही समस्यांनी
काही मूळ
संकल्पनांमध्ये
रिलेटिव्हिटी व
क्वांटम थिअरीच्या
मागाने बदल घडवून
आणले.
'रिलेटिव्हिटी
थिअरी' हे एक
क्रांतिकारी काम...

... १८७९ मध्ये जन्मलेल्या अल्बर्ट आईनस्टाईनचे



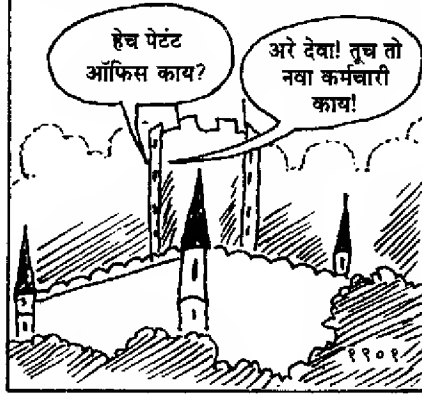
अल्बर्टचे बालपण पाहिलं तर प्रत्येक मनु
मुलाला आशावादी बनवेल.



अल्बर्टने पदविका न घेताच शाळा सोडली.



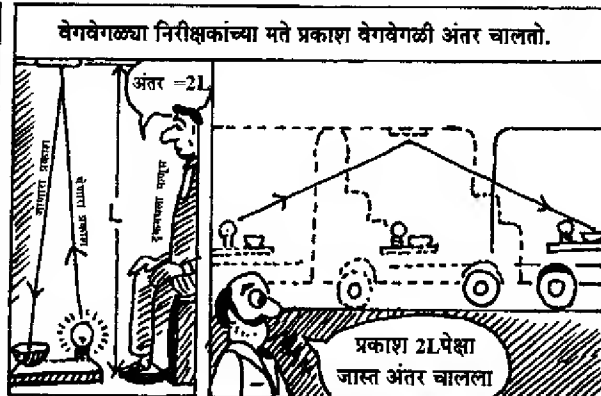
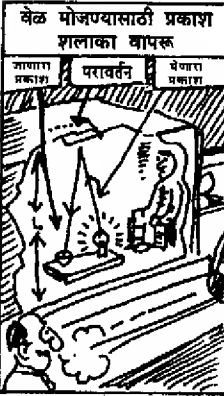
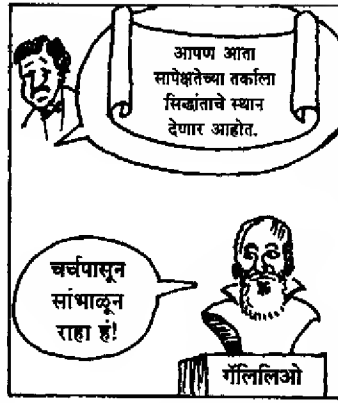
झुरिचमध्ये
पाच वर्षे
काढल्यावर
त्याला बर्नमध्ये
मार्सेल
ग्रॉसमन या
मित्राच्या
प्रभावाने
नोकरी
लागली.



अल्बर्ट त्याचा मित्र माईक बेसोबरोबर भौतिक विज्ञानावर चर्चा करीत असे.



अल्बर्टचा असा विश्वास होता की, भौतिक विज्ञानाचे नियम स्थिर स्थिती व सातत्यपूर्ण गतिमान स्थिती यामध्ये फरक करता नाहीत.



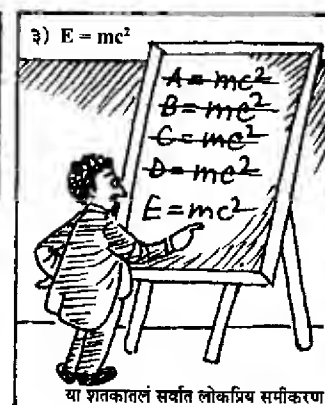
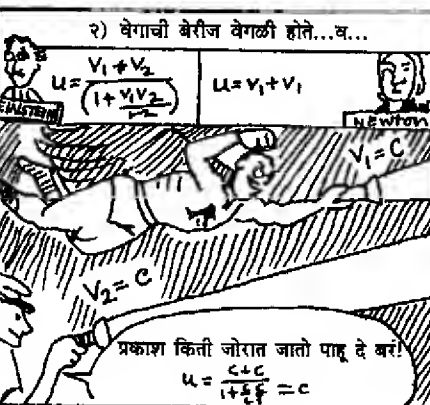
गणित केले तर कळेल...

$$t = \frac{t'}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

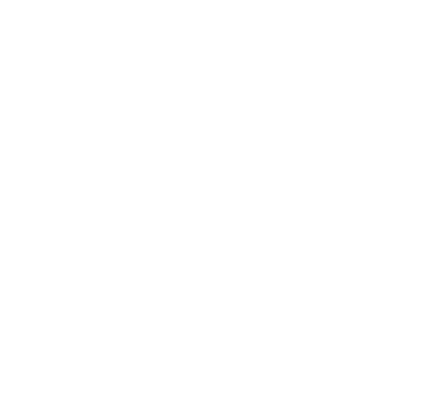
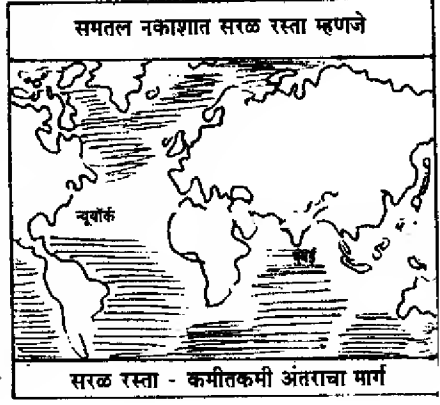
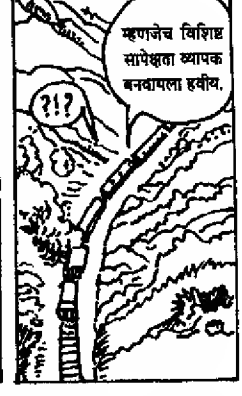
t = रस्त्यावरील माणसाने मोजलेला वेळ
t' = द्रुकमधील माणसाने मोजलेला वेळ
v = द्रुकचा वेग
c = प्रकाशाचा वेग

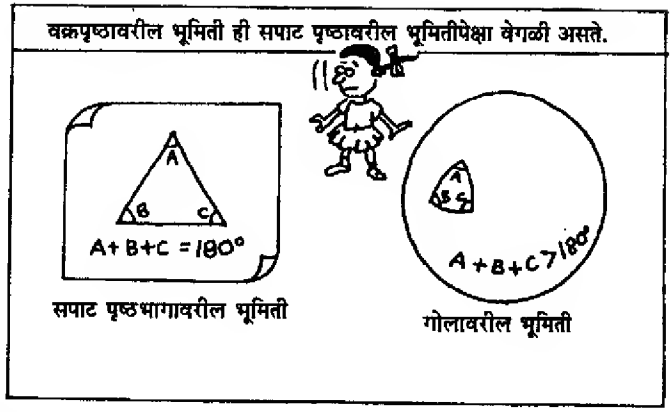
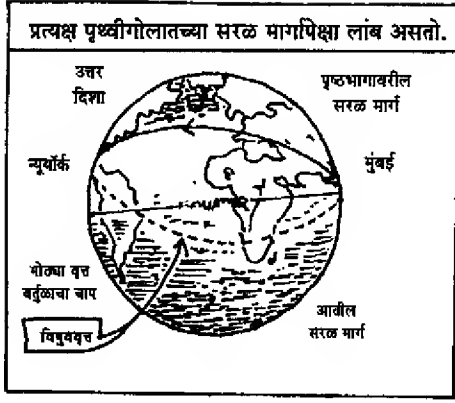
शुद्ध काळ कशाशीही निगडित न होता, सारखाच वाहतो.

...न्युटन

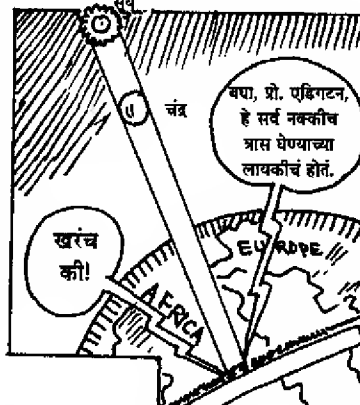
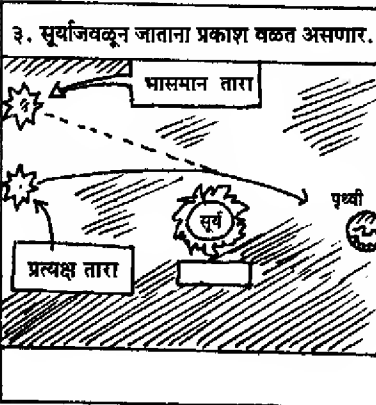
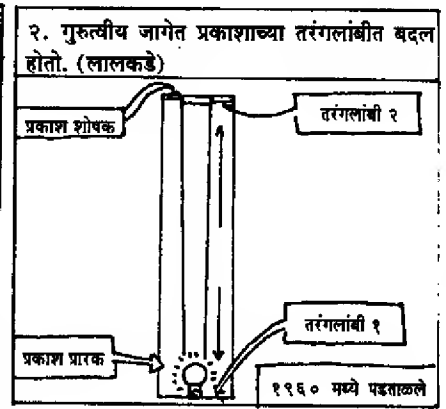
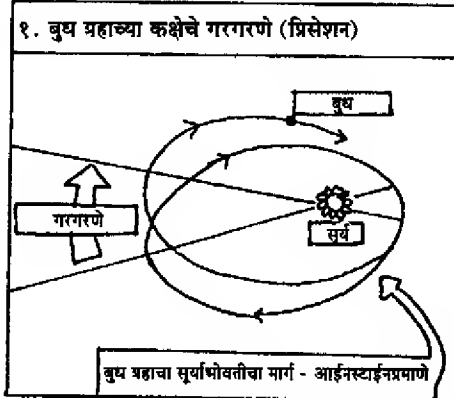


सातत्यपूर्ण
गतीवर संतुष्ट न
होता,
आईनस्टाईन ने
आणखी
व्यापक
स्वरूपात
आपला
आजपर्यंतचा
सर्वात सुंदर
सिद्धांत मांडला.





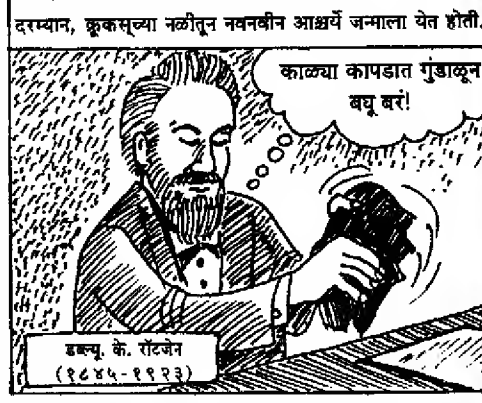
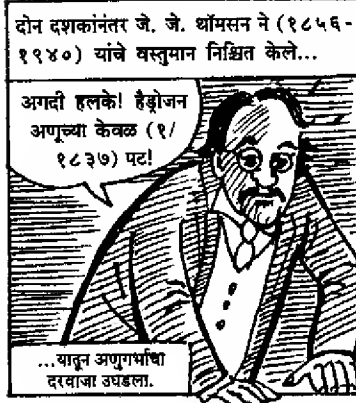
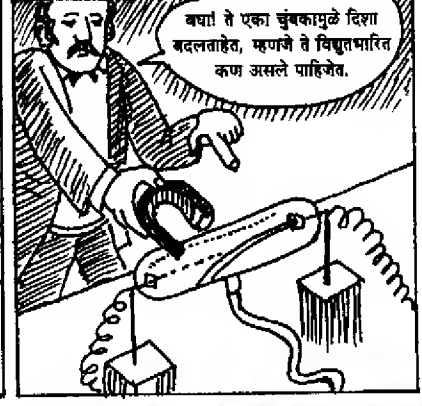
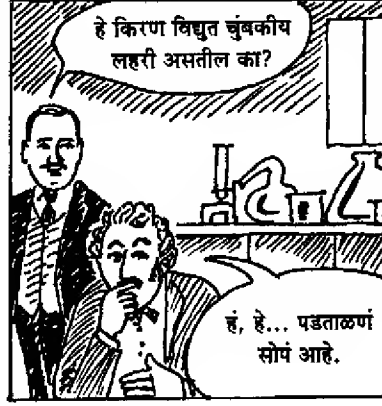
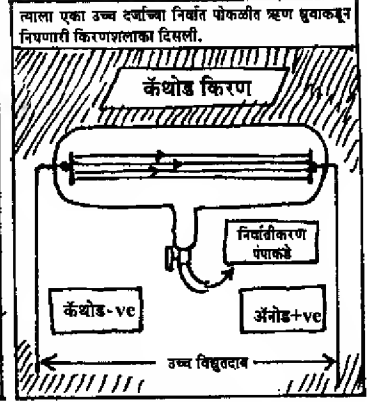
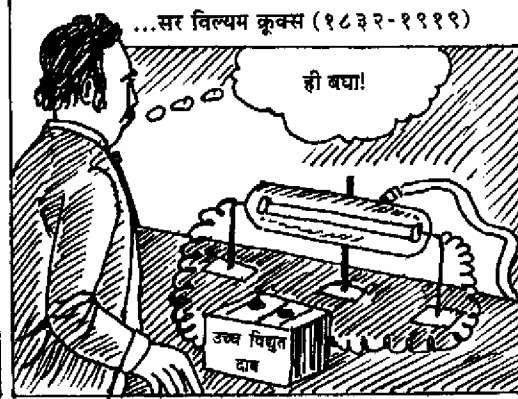
चक्र झालेल्या अवकाशकालाच्या योग्य भूमितीचा उपयोग करून आईनस्टाईनने त्याच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांताचे अनेक परिणाम पडताळून पाहिले.



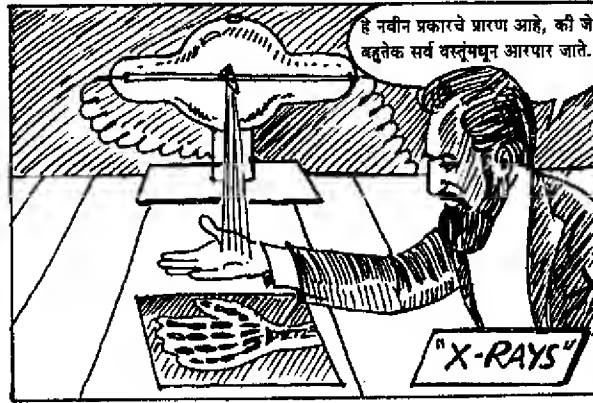
न्युटननंतर इतका लोकप्रिय इतका यशस्वी कोणीच झाला नव्हता!



इकडे
सापेक्षतावाद
क्रांती करीत होता,
तर तिकडे काही
संशोधकांची फौज
पदार्थाच्या रचनेचे
रहस्य
उलगडण्याचा
प्रयत्न करीत
होती.
उदाहरणार्थ...

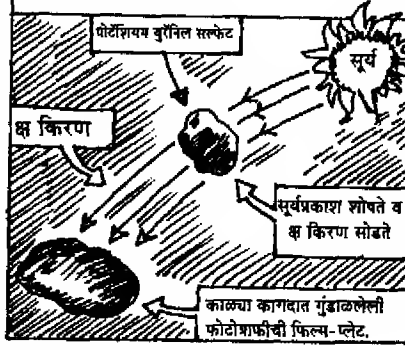


काळजीपूर्वक प्रयोगांती रॉटजेन योग्य उत्तरापाशी पोहोचला.



क्ष किरणांवर
एका फ्रेंच
वैज्ञानिकाने ए.
एच. बेक्वेरेल ने
(१८५२-
१९०८) केले.
क्ष किरण प्रारित
करणाच्या
प्रकाशमय
पदार्थावर तो काम
करीत होता.

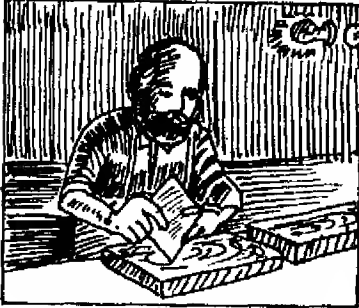
त्याने असे केले, की....



आणि एक दिवस हवामान फारच ढगाळ होते.



ती प्लेट होती तशीच डेव्हलप करून
पाहण्याची त्याला ऊर्मी आली.



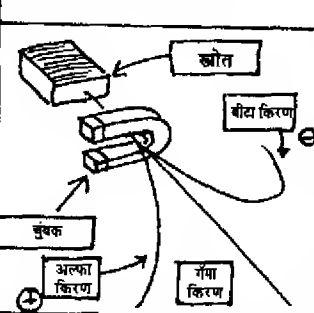
बेक्वेरेलला धक्कादायक निष्कर्ष
काढण्यावाचून पर्यायच नव्हता.



बकुरी परिवाराने यावर प्रचंड काम केले.



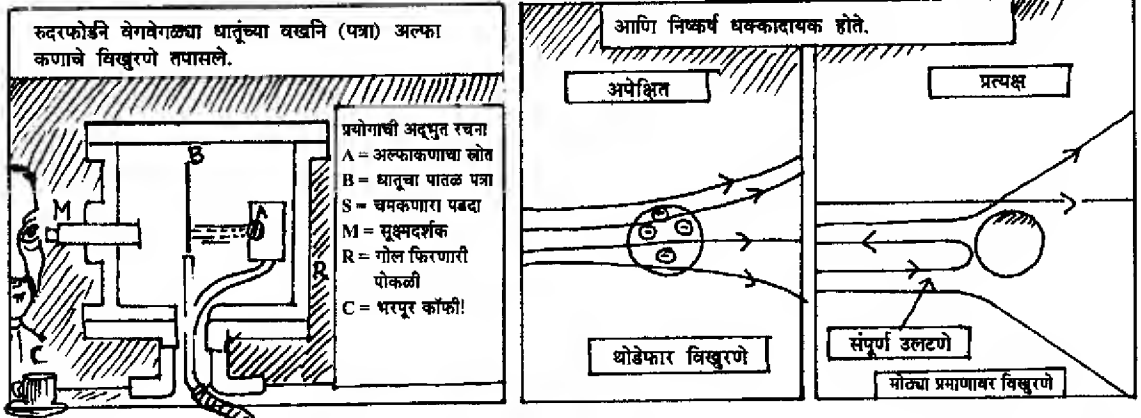
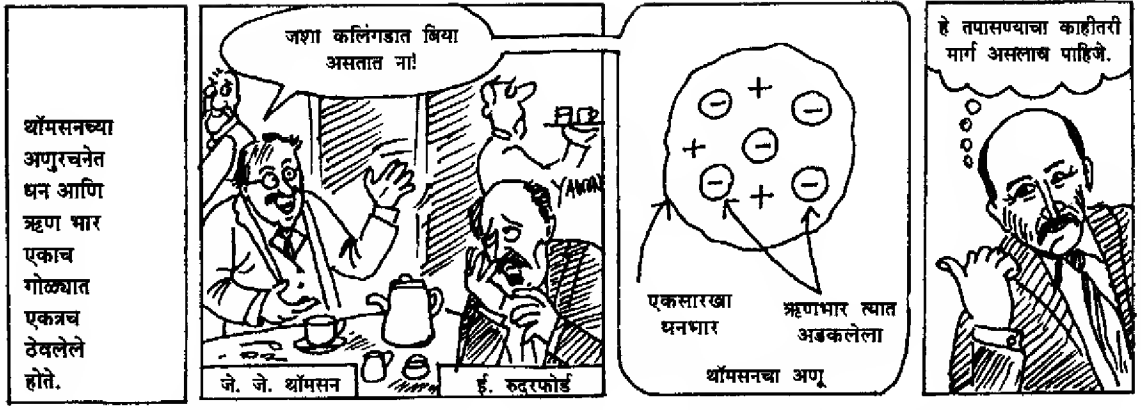
यातून तीन प्रकारची प्रारणे बाहेर
पडताहेत; अल्फा, बीटा, गॅमा

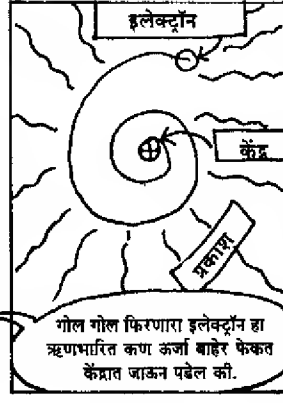
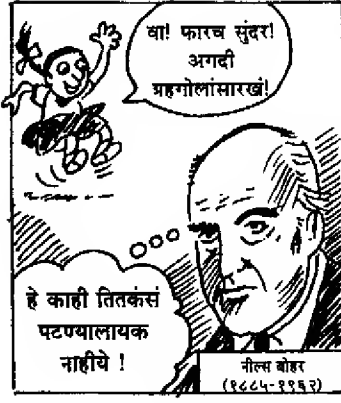


अनेक वर्षांच्या
अथक
परिश्रमानंतर
त्यांनी 'रेडियम'
नाव्याचा एक
शक्तिशाली
किरणोत्सारी
पदार्थ वेगळा
केला.

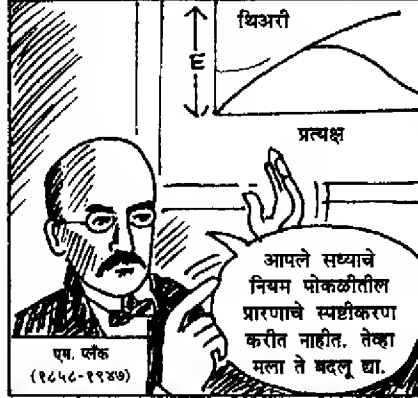
किरणोत्सारामुळे वस्तूच्या रचनेला नवेच परिमाण प्राप्त झाले.







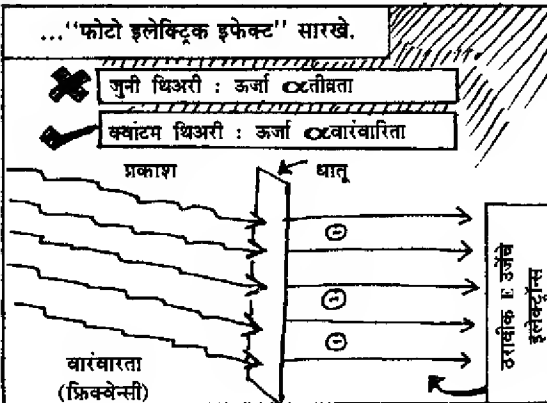
नील्स बोहरने हे नियम का व कसे बदलले हे समजण्यासाठी आपल्याला थोडे मागे जावे लागेल. एकाने या नियमांमधला बदल अगोदरच सुरू केला होता.



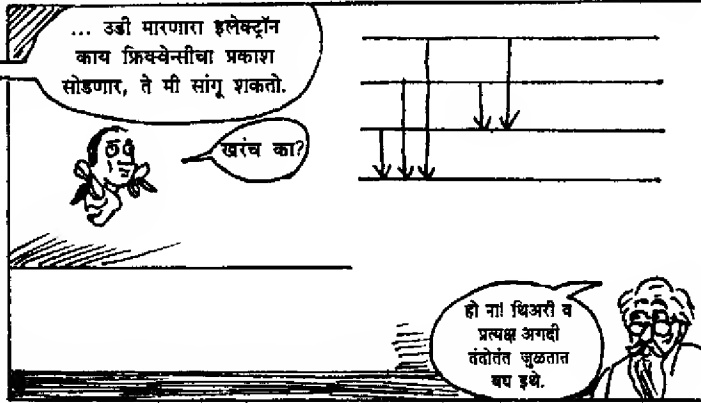
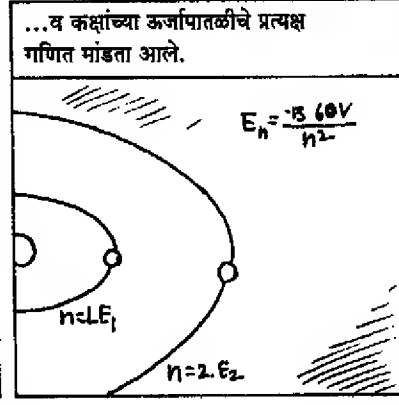
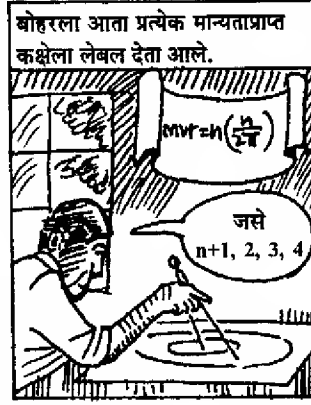
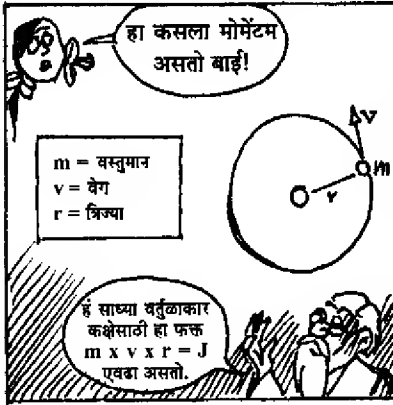
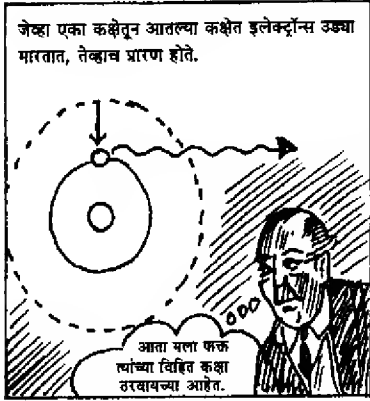
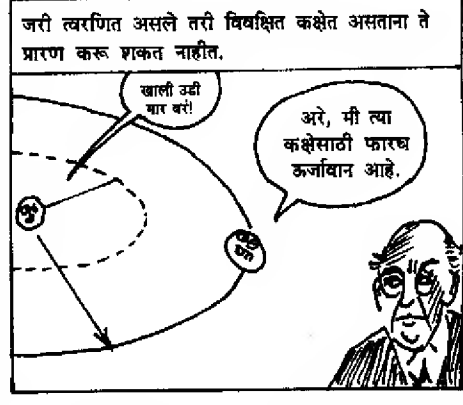
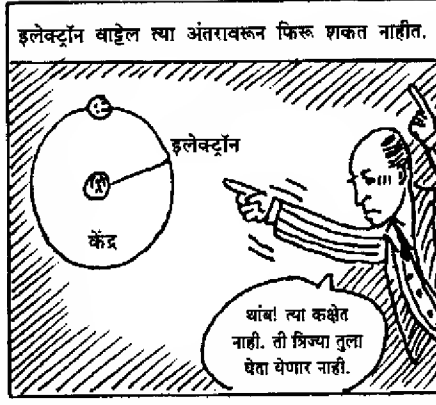
प्लँकने एक नवा स्थिरांक मानला.

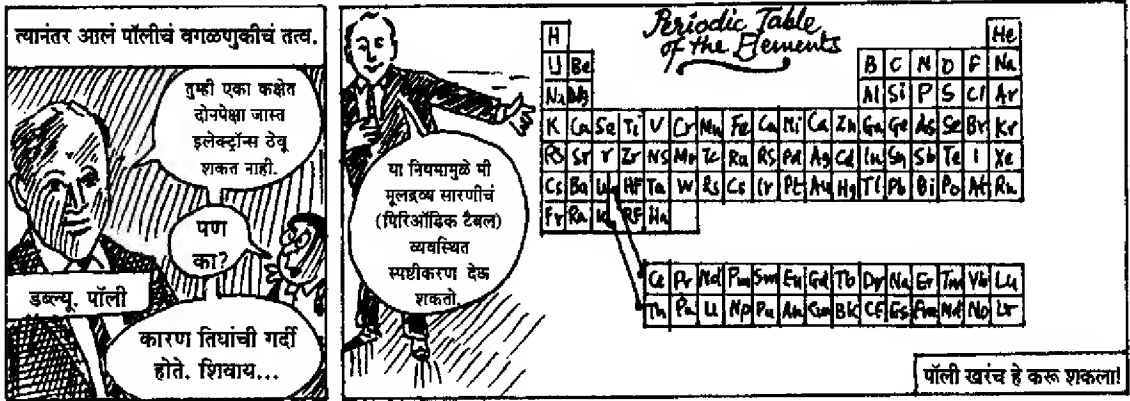
एक क्वांटम ऊर्जा
 $= h \times f$
 वारंवारता (फ्रिक्वेन्सी)

$h = 6.6 \times 10^{-27}$
 अर्ग सेकंद

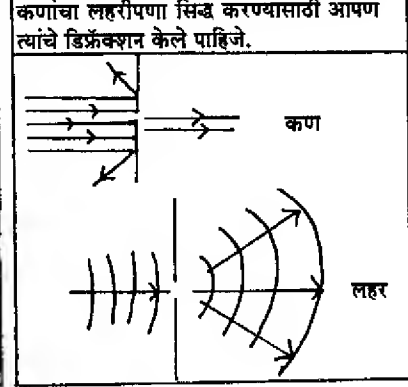
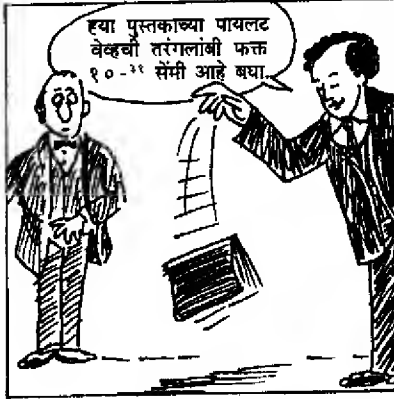
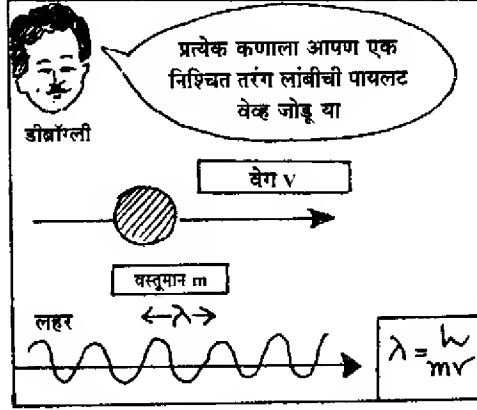


आजपर्यंत
महत्वाचे मानलेले
बरेच सिद्धांत
बोहरला सोडून
छावे लागले...
आपली कल्पना
प्रत्यक्षात
आणण्यासाठी!

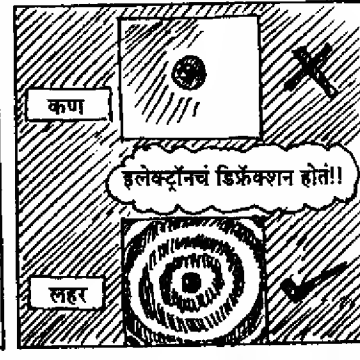
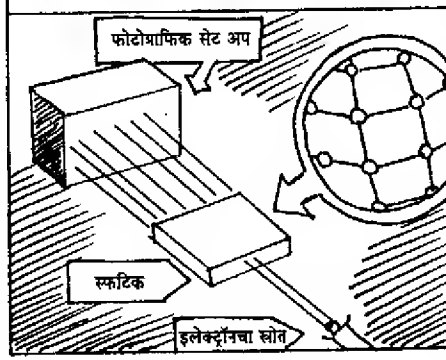




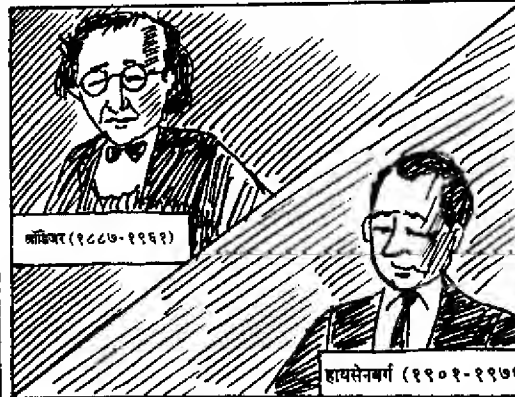
एका धाडसी
फटक्यात
डीब्रॉग्लीने
लहर व कण
यातलं अंतर
संपवलं



आणि काय आश्चर्य, 'पायलट वेव्ह' खरंच पडताळता आली.



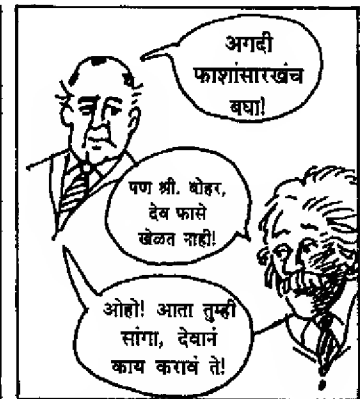
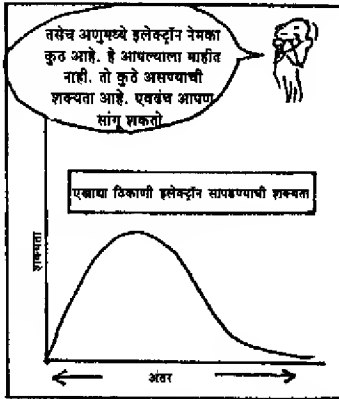
'पायलट वेव्ह' च्या कामचलाक कल्पनेचं, संपूर्ण कार्यक्षम अशा 'लहर यांत्रिकी', विज्ञानात रूपांतर करणं हे फारचं किस्तष्ट काम होतं. त्याचे मुख्य सूत्रधार होते...



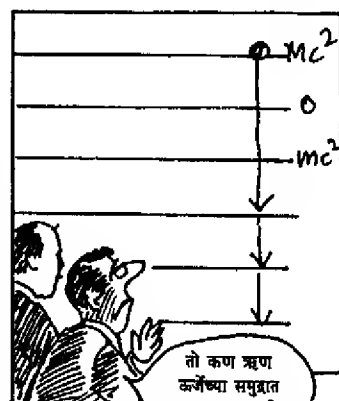
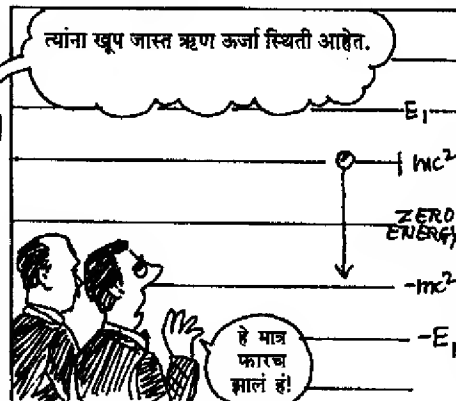
श्रीडिजरने 'पायलट वेव्ह' साठी गणिती समीकरणे मांडली.

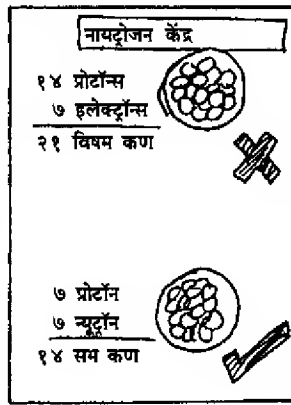
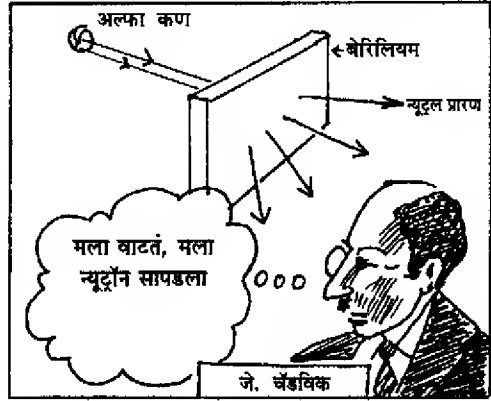
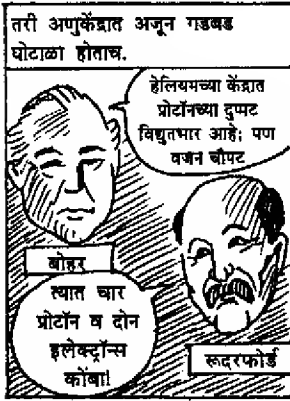
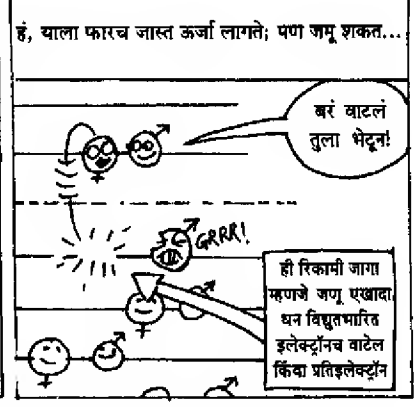
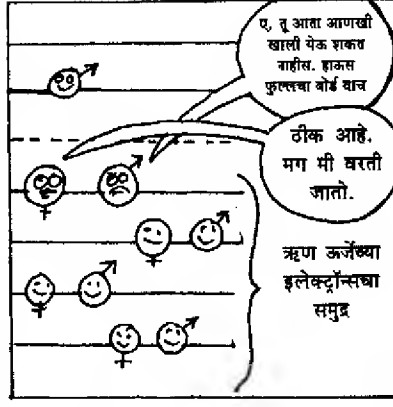


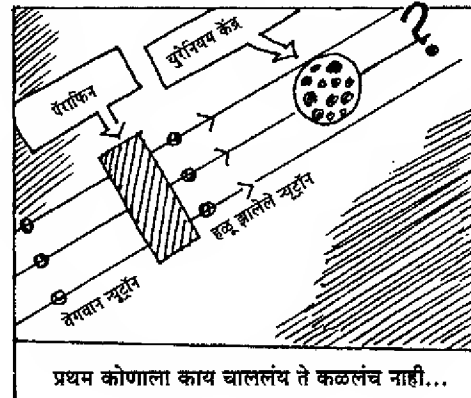
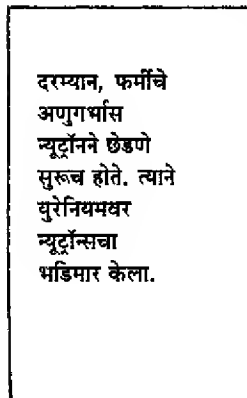
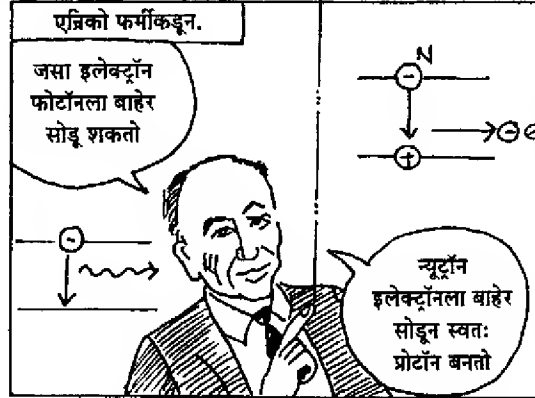
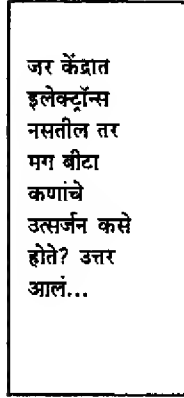
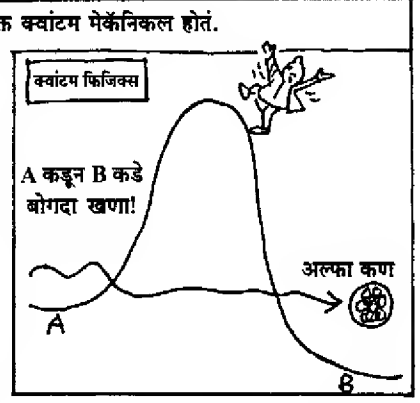
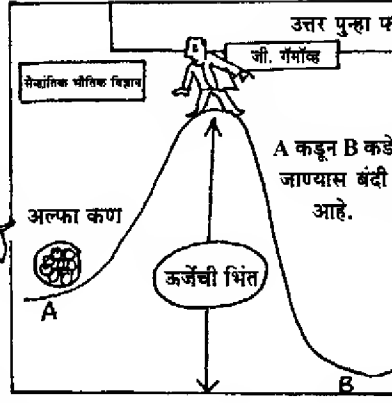
हायसेनबर्ग (१९०१-१९७६)

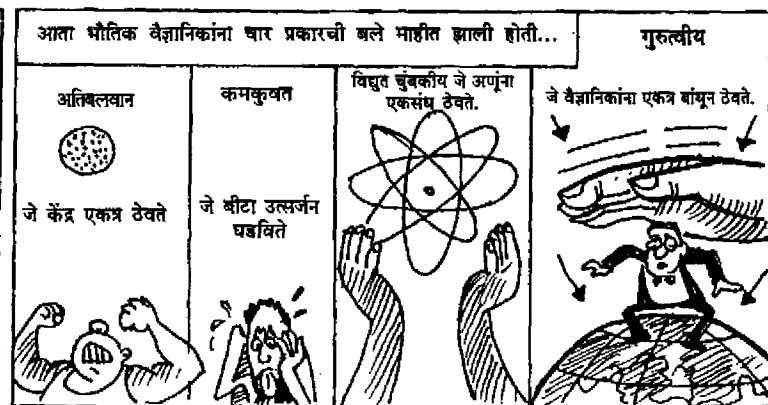
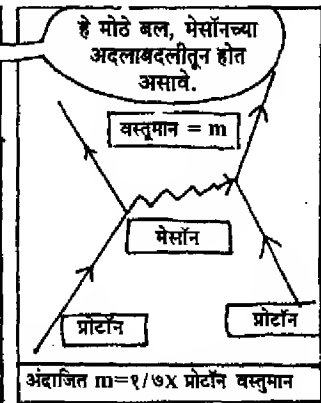
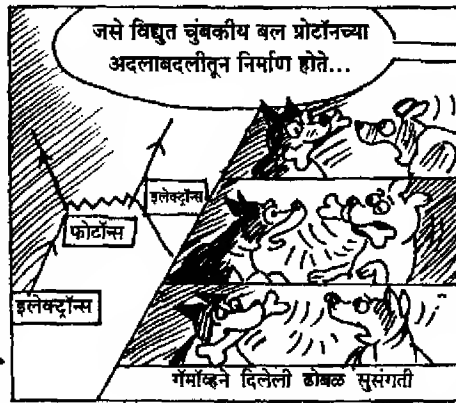
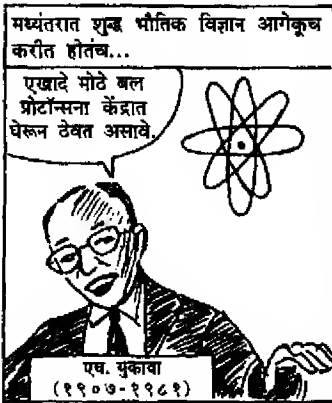
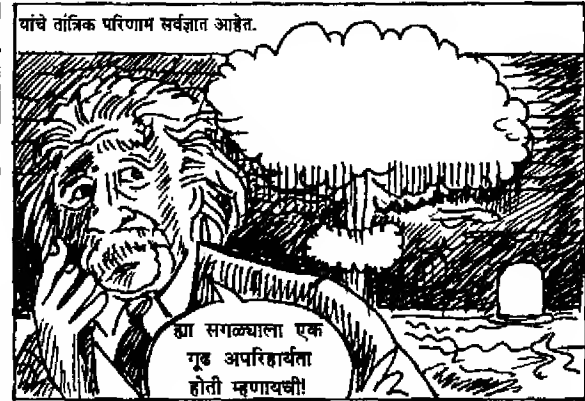
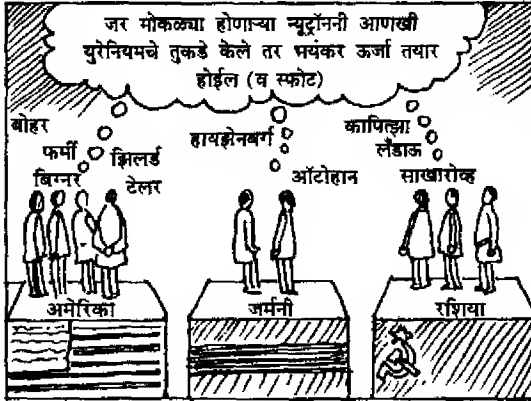
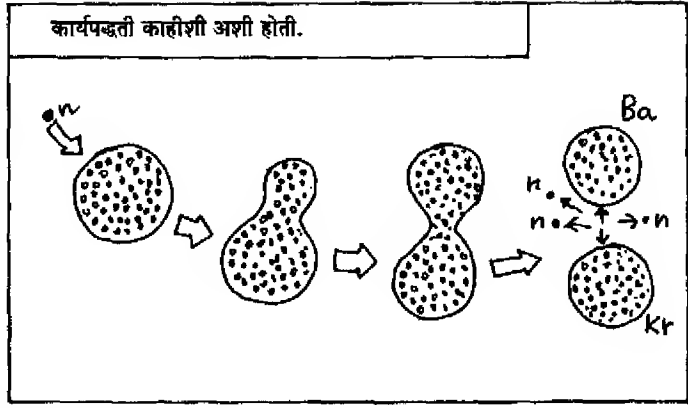


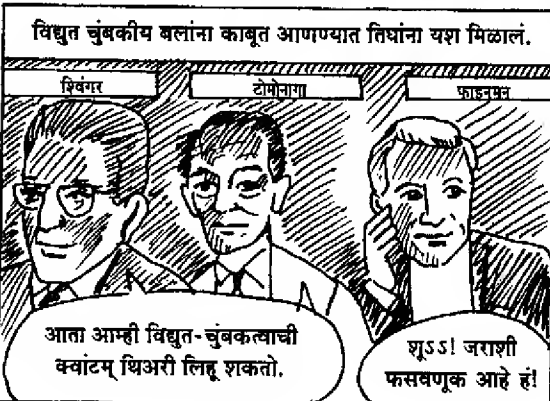
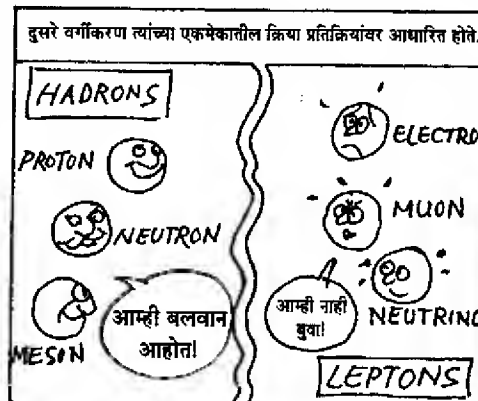
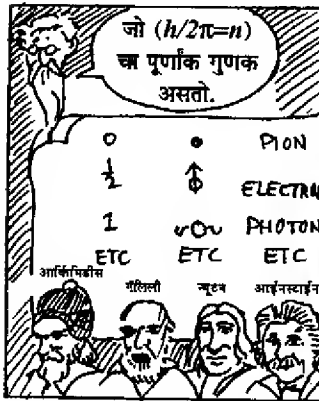
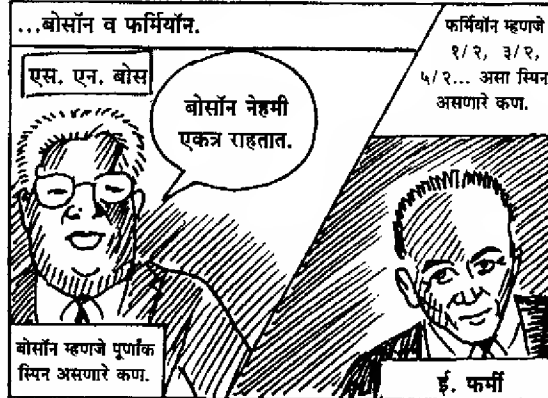
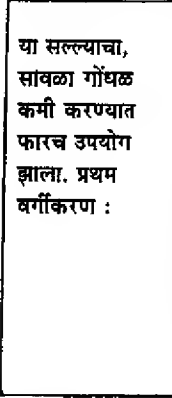
क्वांटम थिअरीच्या संकल्पना फार विलक्षण आहेत. व हक्कहक्क त्यांच्या नियमांचे कामचलाऊ संच तयार झाले आहेत. त्यातीलच एक मध्यवर्ती संकल्पना 'अनिश्चिततेचे तत्त्व' (अन्सर्टनिटी प्रिन्सिपल)









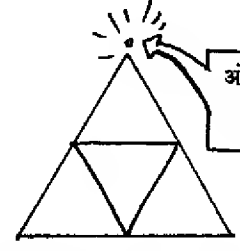


हेड्रॉन्सची
सुसुत्र मांडणी
करण्याचं
पहिलं श्रेय
एम. गेलमान
आणि वाय.
नीमान यांना
जातं.

जर आपण ग्रुप थिअरी टेक्निक वापरलं
तर या हेड्रॉन्सचा वेगवेगळ्या छापात
बसवू शकतो.

नीमान

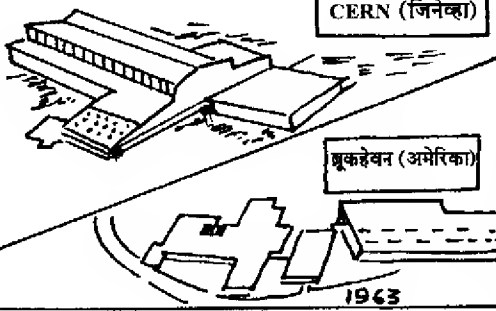
या छापांनी आणखी एका कणाची
मागणी केली.



ओमेगा
 Ω

वस्तुमान सुमारे $1.6 \times$ प्रोटॉन वस्तुमान.

... हा कण लगेचच सापडला.



CERN (जिनेव्हा)

ब्रुकहेवन (अमेरिका)

1963

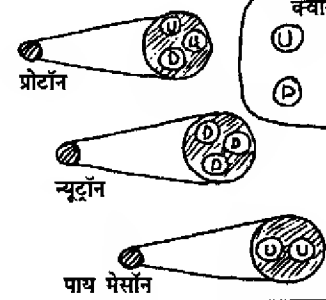
हा छाप जणू काही
मॅडेलीफच्या पिरिऑडिक
टेबलसारखा
आहे.

गेलमान

पण आपल्याला
पिरिऑडिक टेबल
वर अणुच्या
रचनेवरूनच कळालं.

हं SS, पण या
हेड्रॉन्सना एक
अंतर्गत रचना
पण आहे.

गेलमान व ड्वार्डश यांनी प्रतिपादिले की हेड्रॉन्स
अप क्वार्क व डाऊन क्वार्कचे बनलेले असतात.



प्रोटॉन

न्यूट्रॉन

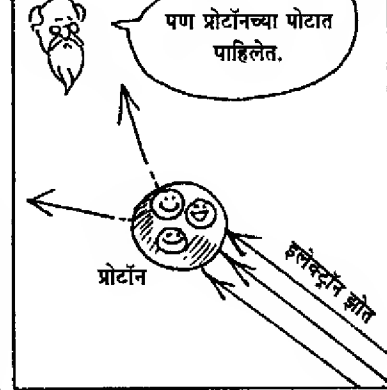
पाय मेसॉन

क्वार्कभार
① $\frac{2}{3}$
② $-\frac{1}{3}$

हे क्वार्क कुणी
पाहिलेत का?



मुक्त कण
म्हणून नाही...



पण प्रोटॉनच्या पोटात
पाहिलेत.

प्रोटॉन

हल्व्हुडन ज्योत

शेवटी प्रश्न
सुटत सुटत
क्वार्क व
लेप्टॉन यांच्या
अभ्यासापुरता
मर्यादित झाला.
पण लवकरच
कळले की,
आणखी तसले
कण आहेत.

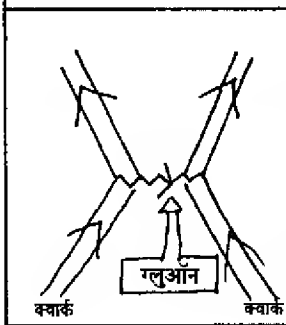
क्वार्कस्	लेप्टॉन्स
१ अप	१ इलेक्ट्रॉन
२ डाऊन	२ म्युऑन
३ स्ट्रॅंज	३ टाऊ-ऑन
४ चार्म	



तिथं आत काय
आहे ते कळलं!

त्यात काय
मोठंसं? बलाचं
काय?

क्वार्कस् मधील मोठे बल
ग्लुऑनच्या अदलाबदलीमुळे असते.



क्वार्क

क्वार्क

पण कमकुवत बल
आणि गुरुत्वाकर्षण
यांचे काय?



अनेक वर्षांच्या अथक परिश्रमानंतर एक यश मिळालं.



ए. सलाम एस. वाईनबर्ग
इलेक्ट्रिक आणि वीक फोर्सस
एकत्र करून "इलेक्ट्रो वीक"
फोर्सस होतात.

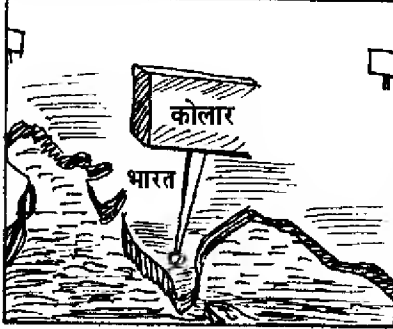
या इलेक्ट्रो वीक रचनेमुळे नवे कण प्रतिपादिले गेले... व लगेच सापडलेही गेले.



ही मात्र या
भौतिक
विज्ञानाच्या
कथेतील
शेवटची
संकल्पना बरं
का ! आणखी
बरेच प्रयत्न
झालेत आपली
समज
सुधारण्याचे...



जगभरातल्या प्रयोगांना हे भाकीत अजून सिद्ध करता आलेले नाही.



एक डोकेदुखी मात्र कायम आहे.



'गुरुत्वाकर्षणावर काबू' झा गोष्टीत अजून बरेच चढउतार आहेत. १९८०-८३



आजकालची फॅशन म्हणजे 'सुपरस्ट्रिंग' चा अवतार

